



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

ALUMBRADO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial
Intensificación: Electricidad
Alumno/a: Adrián Ortigosa Buendía
Director/a/s: Juan Martínez Tudela

Cartagena, 2 de Septiembre de 2013

ÍNDICE GENERAL

- **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**

- **DOCUMENTO Nº 2: ANEXOS**
 - **ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**
 - **ANEXO Nº 2: ESTUDIO ECONÓMICO**
 - **ANEXO Nº 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
 - **ANEXO Nº 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

- **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

- **DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

- **DOCUMENTO Nº 5: PLANOS**

***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

0. – ANTECEDENTES

1. – OBJETO DEL PROYECTO

2. – TITULAR INICIAL Y FINAL DE LA INSTALACIÓN

3. – USUARIO DE LA INSTALACIÓN

4. – EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

5. – LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

6. – INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

6.1. – DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

6.2. – DESCRIPCIÓN DE LAS CUBIERTAS UTILIZADAS

6.3. – DATOS DE IRRADIACIÓN, ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

6.4. – DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES

6.4.1. - GENERADOR FOTOVOLTAICO

6.4.2. - ESTRUCTURA SOPORTE

6.4.3. - REGULADORES

6.4.4. - ACUMULADOR

6.4.5. - INVERSOR

6.4.6. - SISTEMA AUXILIAR DE ENERGÍA

6.4.7. - CONDUCTORES

6.4.8. - CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

6.4.9. - SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.4.10. - PROTECCIONES

6.5. – OBRA CIVIL

6.5.1. - SISTEMAS DE CANALIZACIÓN

6.5.2. - LOCAL

7. – INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

7.1. – DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

7.2. – DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA URBANIZACIÓN

7.3. – CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS

7.3.1. - NIVEL DE ILUMINACIÓN

7.3.2. - DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE LUZ. FACTOR DE UNIFORMIDAD

7.3.3. - ALTURA DE LA INSTALACIÓN. DISPOSICIÓN

7.4. – DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES

7.4.1. - LUMINARIAS

7.4.2. - EQUIPOS DE ENCENDIDO Y COMPENSACIÓN

7.4.3. - LÁMPARAS

7.4.4. - COLUMNAS

7.4.5. - CONDUCTORES

7.4.6. - CAJAS DE CONEXIÓN Y DERIVACIÓN

7.4.7. - SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

7.4.8. - CENTROS DE MANDO. DESCRIPCIÓN

7.4.9. - PROTECCIONES

7.4.10. - EQUIPOS DE MEDIDA Y C.G.P.

7.5. – OBRA CIVIL

7.5.1. - ARQUETAS

7.5.2. - BASAMENTOS

7.5.3. - TUBOS PROTECTORES

7.5.4. - ZANJAS

7.6. – RED DE ALIMENTACIÓN

7.6.1. - CONDICIONES DE CÁLCULO

7.6.2. - CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

7.6.3. - RESUMEN DE UNIDADES LUMINOTÉCNICAS Y POTENCIAS DE CÁLCULO

7.6.3.1. - POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE

7.6.3.2. - POTENCIA TOTAL INSTALADA

7.6.3.3. - POTENCIA TOTAL DEMANDADA

7.6.3.4. - POTENCIA A CONTRATAR

8. – DOCUMENTACIÓN

9. – CONCLUSIÓN

MEMORIA DESCRIPTIVA

0. ANTECEDENTES

Se redacta este proyecto específico asignado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Cartagena, a través de su departamento de Ingeniería Eléctrica, con el título “Alumbrado de un Polígono Industrial mediante luminarias led alimentadas con generadores fotovoltaicos instalados sobre cubiertas de naves industriales”, para su presentación como Proyecto Fin de Carrera en la citada Escuela Universitaria.

En el presente contexto energético y medioambiental mundial, sustituir los combustibles fósiles y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y sustancias contaminantes se ha convertido en un objetivo de primer orden. La explotación de fuentes de energía alternativas y renovables usadas conjuntamente forma parte de la solución. Entre los diferentes sistemas que utilizan fuentes de energía renovables, los basados en tecnología fotovoltaica son muy prometedores gracias a sus cualidades intrínsecas: tienen unos costes de funcionamiento muy reducidos (el "combustible" es gratis) y unas necesidades de mantenimiento limitadas, son fiables, no producen ruido y son fáciles de instalar. Las consideraciones anteriormente expuestas han motivado la puesta en marcha de un proyecto para suministrar energía a las instalaciones de alumbrado público de un polígono industrial mediante generadores fotovoltaicos, y de un estudio económico para determinar si actualmente es rentable una instalación de este tamaño y su amortización.

El proyecto consiste en el estudio y diseño de la instalación del sistema fotovoltaico aislado para la generación y suministro de energía eléctrica de forma limpia y autónoma; el diseño y cálculo de las instalaciones de alumbrado público de todo el polígono industrial mediante tecnología led, mejorando así la uniformidad, calidad y eficiencia del alumbrado exterior, y por último, un estudio económico para conocer la rentabilidad del proyecto, así como el uso de este tipo de sistemas en un futuro próximo.

1. OBJETO DEL PROYECTO

Tiene por objeto el presente proyecto, estudiar y describir las instalaciones a realizar, a fin de asegurar su buen funcionamiento y el cumplimiento de la legislación vigente que le es de aplicación. Así mismo, se pretende solicitar de los Organismos Competentes, las correspondientes autorizaciones administrativas para la ejecución y posterior puesta en marcha de las instalaciones.

2. TITULAR INICIAL Y FINAL DE LA INSTALACIÓN

El titular inicial y final será *Entidad Urbanística de Conservación Polígono Industrial La Estrella*, integrada por todos los propietarios de parcelas del Polígono Industrial “La Estrella”, con domicilio social en *C/ Ceuta, 1 (30500) Molina de Segura, MURCIA* y con C.I.F. *B-16179823*.

3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN

El usuario será *Entidad Urbanística de Conservación Polígono Industrial La Estrella* con domicilio social en *C/ Ceuta, 1 (30500) Molina de Segura, MURCIA* y con C.I.F. *B-16179823*.

4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones objeto del proyecto se encuentran ubicadas en el Polígono Industrial La Estrella dentro del Término Municipal de Molina de Segura en la provincia de Murcia, tal y como puede apreciarse en el correspondiente plano de situación. Las coordenadas del polígono industrial son latitud 38° 6' N y longitud 1° 13' O, y se encuentra a 114 metros de altitud media sobre el nivel del mar.

5. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

Tanto para la redacción del proyecto como para la posterior ejecución de las instalaciones, se observará lo establecido en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior aprobado por Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Código Técnico de la Edificación.
- RD 2642/1985, y posteriores, por los que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los candelabros metálicos: báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER - Instalaciones de Electricidad: Red Exterior.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE - Instalaciones de Electricidad: Alumbrado Exterior.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Contenidos mínimos en proyectos de la Resolución de 3 de Julio de 2003 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos y Ordenanzas Municipales.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, PCT-A-REV - febrero 2009.
- Tesis Doctoral de Recomendaciones sobre el uso de corriente alterna en la electrificación rural fotovoltaica de la Universidad Politécnica de Madrid.

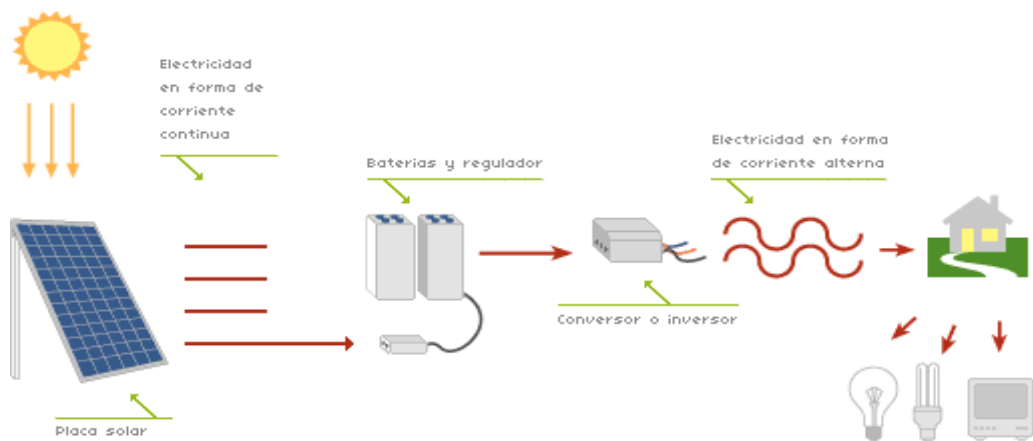
6. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

6.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La generación de energía para el suministro eléctrico del alumbrado público se realizará mediante energía solar fotovoltaica. La potencia demandada de 21,51 kW por las 239 luminarias durante 12 horas en el mes más desfavorable implica una gran capacidad en las baterías, grandes corrientes, división de las redes y demás problemas técnicos a la hora de dimensionar. Por ello, para llevar a cabo la ejecución técnica se divide el proyecto en cuatro instalaciones fotovoltaicas similares e independientes distribuidas por todo el polígono industrial sobre las cubiertas de las naves indicadas en planos. Por tanto, cada una de las cuatro instalaciones

fotovoltaicas dará suministro a micro-redes con 60 luminarias, excepto una instalación que alimentará a 59.

El esquema de la instalación fotovoltaica general:



La energía procedente de la radiación solar se transforma, mediante los paneles solares, en electricidad generando corriente continua. En cada instalación fotovoltaica, para una demanda de 5,4 kW y 64,8 kWh/día, se instalan 50 paneles solares de 333 Wp sobre las cubiertas con una potencia pico del generador fotovoltaico de 16.650 Wp. El campo fotovoltaico está dividido en cuatro subcampos, y cada uno de ellos está compuesto por 12 paneles conectados en dos cadenas en paralelo con seis paneles en serie por cadena, excepto el cuarto subcampo que está compuesto por 14 paneles conectados en dos cadenas en paralelo con siete paneles en serie por cadena.

Cada subcampo se conecta a su respectivo regulador, montados en pared en un local resguardado de la intemperie, para acondicionar la potencia y la tensión de salida de los subcampos a la tensión del acumulador y protegerlo frente a sobrecargas y sobre-descargas.

Las salidas de los reguladores se conectan al acumulador para almacenar la energía eléctrica y poder utilizarla en las horas donde no existe radiación solar. Éste está compuesto por 48 baterías conectadas en dos filas en paralelo con 24 baterías en serie por fila, por lo que la tensión nominal del acumulador es de 48 V y la capacidad nominal de 9420 Ah, con tres días de autonomía.

Posteriormente, la corriente continua se transforma a corriente alterna trifásica mediante tres inversores monofásicos interconectados y desfasados 120° de 2000 VA cada uno, creando un sistema trifásico de 230/400 V y 6 kVA de potencia nominal, los cuales conectan con el centro de mando para el suministro de energía a la red de alumbrado público.

En la instalación también está prevista la existencia de un sistema auxiliar de energía formado por un grupo electrógeno, generador Diesel trifásico de 6500 VA, conectado a los inversores. Así cuando el acumulador se encuentra descargado, el generador arranca automáticamente para alimentar a la red a través del relé de transferencia y no interrumpir el suministro. También suministra energía al acumulador a través del cargador de baterías integrado en los inversores.

6.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CUBIERTAS UTILIZADAS

Los paneles solares se ubicarán en las cuatro cubiertas de las naves industriales indicadas en planos, distribuidas por todo el polígono, mientras que los reguladores, baterías, inversores y grupo electrógeno se ubicarán en el interior de locales cercanos a los paneles. Las cubiertas de las naves industriales serán cedidas por la Entidad Urbanística de Conservación del Polígono Industrial. La capacidad de carga de las cubiertas permitirá sostener los paneles y las estructuras. Las superficies de las cubiertas elegidas son planas para la adecuada inclinación y orientación al sur de los paneles. La superficie mínima disponible de las cubiertas es de 1800 m^2 , suficiente para el alojamiento de los paneles y sus distancias mínimas.

6.3. DATOS DE IRRADIACIÓN, ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

Los paneles solares estarán orientados hacia el sur, es decir, un ángulo de azimut $\alpha = 0^\circ$. Al tratarse de un escenario de consumo constante a lo largo del año, el periodo de diseño es Diciembre por ser el peor mes con menor radiación, dentro del cual se elige un ángulo de inclinación con la mayor

radiación posible para ese mes, es decir, un ángulo de inclinación de 60°. Al ser la cubierta plana los ángulos serán exactos, evitando pérdidas.

Los datos de irradiación se obtienen de un organismo oficial como es Joint Research Centre de la Comisión Europea, mediante su aplicación informática Sistema de Información geográfica fotovoltaica PVGIS, la cual toma los datos de radiación solar mediante medidas realizadas en tierra y a partir de datos de satélite con una base de datos actualizada entre el período de 1998-2011. Por tanto para Diciembre, la irradiación sobre plano inclinado de 60° es de 4,85 kWh/m²/día. En el anexo especificaciones se adjuntan los datos de radiación solar de dicho organismo.

Debido a la gran cantidad de superficie disponible en las cubiertas, los paneles se podrán ubicar en espacios donde no haya sombras, siendo las pérdidas por este aspecto prácticamente nulas.

6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES

6.4.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico estará formado por los paneles solares de la serie E20 de SunPower modelo SPR-333NE-WHT-D, con la tecnología de sus 96 células Maxeon de silicio monocristalino que proporcionan una eficiencia y rendimiento muy elevados, de hasta un 20,4%. Tienen un aislamiento eléctrico de clase II, un grado de protección IP65 y tres diodos de bypass que evitan el autoconsumo, la rotura y la anulación completa del módulo en caso de posibles sombras parciales. En el anexo especificaciones se adjunta documentación. Las características principales en condiciones estándar del panel FV son:

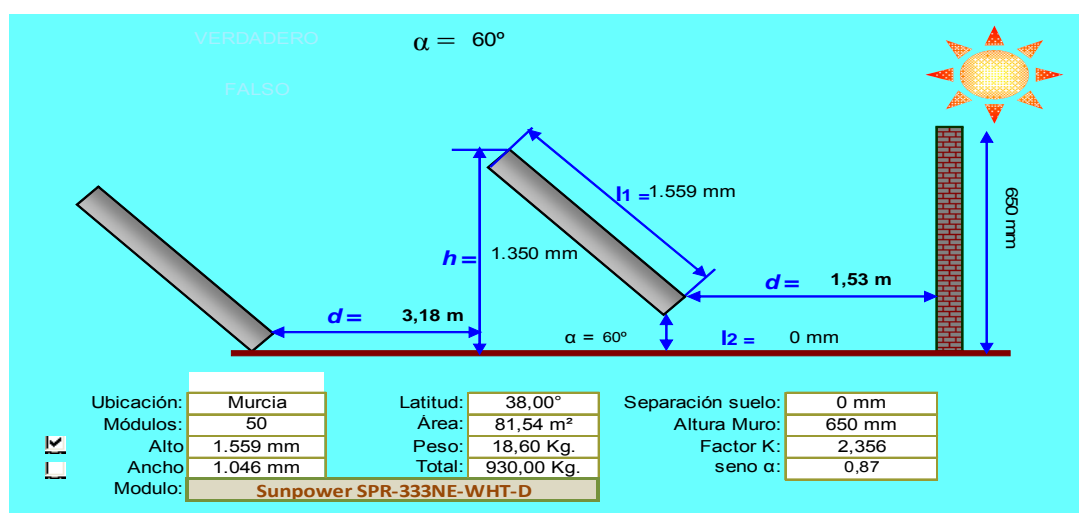
Potencia nominal	333 W
Tensión a máxima potencia (V _{mpp})	54,7 V
Corriente a máxima potencia (I _{mpp})	6,09 A
Tensión de circuito abierto (V _{oc})	65,3 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	6,46 A
Tensión máxima del sistema	1000 V

Coeficiente de Tª de Potencia	-0,38 % / K
Coeficiente de Tª de Voc	-176,6 mV / K
Límite de corriente inversa	16,2 A
Dimensiones	1559x1046x46 mm

6.4.2. ESTRUCTURA SOPORTE

Uno de los elementos más importantes de una instalación fotovoltaica para asegurar un perfecto aprovechamiento de la radiación solar es la estructura soporte, encargada de sustentar los paneles solares y darles la inclinación más adecuada. Por ello se utilizarán las estructuras Mounting Systems Lambda del proveedor Alba Solar con las que se obtendrá la orientación e inclinación anteriormente citadas. Todos los elementos de Lambda están contruidos en aluminio y acero inoxidable. Su alto grado de resistencia a la corrosión garantiza una larga vida útil.

El sistema de fijación a la cubierta será en perfiles apoyados sobre bases triangulares y ancladas a la superficie de la cubierta mediante tornillería. La capacidad de carga de la estructura soporte deberá resistir los paneles y las sobrecargas de viento de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB SE AE). La distancia mínima entre estructuras es:



Por lo tanto, entre las cadenas de paneles o estructuras existirá una distancia de 3,5 metros por seguridad, y entre paneles o estructuras y los posibles muros de las cubiertas una distancia mínima de 1,6 metros.

6.4.3. REGULADORES

Los reguladores de carga solar utilizados serán Xantrex modelo XW MPPT80-600 de Schneider Electric. Tienen un aislamiento eléctrico de clase II. Incorpora un algoritmo dinámico de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), concebido para maximizar la obtención de energía del campo FV. Durante la carga, regula la tensión e intensidad de salida a las baterías basándose en la cantidad de energía disponible proveniente del campo FV y el nivel de carga de las baterías.

Pero la gran ventaja de este regulador es que puede cargar una batería de tensión nominal reducida mediante un campo de tensión nominal más elevada. Debido a los grandes márgenes de la tensión de entrada, se aporta más flexibilidad a las instalaciones, ya que se puede configurar el campo FV con más paneles en serie y menos cadenas en paralelo, disminuyendo las grandes corrientes, el número de reguladores y pudiéndose utilizar cables más largos sin perjudicar la eficacia del sistema.

Las características principales del regulador son:

Potencia máxima	4800 W
Tensión nominal de la batería	48 V
Tensión de operación del campo FV	195 a 550 V
Tensión máxima de circuito abierto del campo FV	600 V
Corriente de entrada máxima	35 A
Autoconsumo sin carga	< 1 W
Rendimiento	96 %

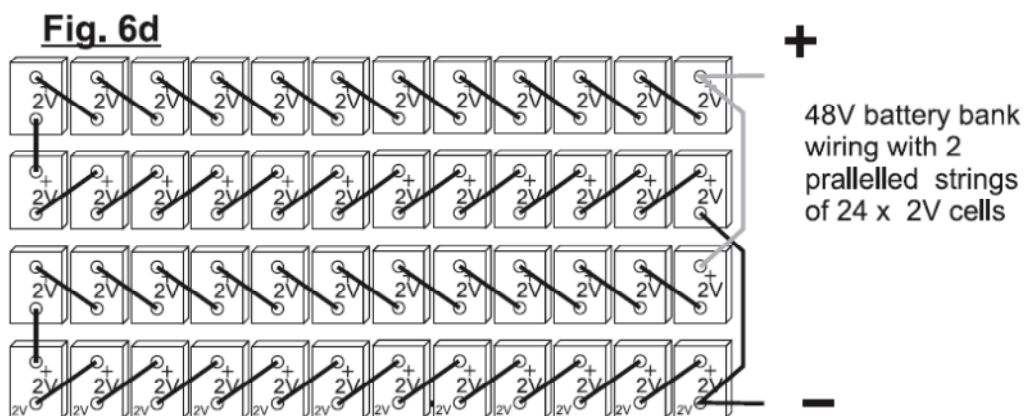
6.4.4. ACUMULADOR

Las baterías que componen el acumulador serán OPzS, estacionarias, de placa tubular y de plomo-ácido tipo 24PVS 4560 modelo Secura PVS solar

de BAE. Al ser las descargas habituales para el alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 % y la autonomía del acumulador será de 3 días. Se situarán en un local bien ventilado y con acceso restringido. Los terminales dispondrán de cubiertas aislantes y un grado de protección IP25 como medidas de protección. Las características principales de la batería son:

Tensión	2 V
Capacidad a 100 horas	4710 Ah
Capacidad a 20 horas	3880 Ah
Resistencia interna	0,11 mΩ
Corriente de cortocircuito (I_K)	18,36 kA
Auto-descarga por mes a 20°C	3 %

Las baterías se asociarán en serie-paralelo para formar el acumulador:



6.4.5. INVERSOR

Los inversores utilizados serán monofásicos de onda senoidal pura modelo Xtender XTM 2600-48 de Studer con montaje en pared y grado de protección IP20. Este modelo reúne las funciones de inversor, cargador de baterías y sistema de transferencia, además, permite el control automático de generadores diesel y el deslastre en caso de baja tensión de la batería (protección frente a sobre-descargas). También permite realizar una red trifásica interconectando 3 inversores mediante un cable de comunicación con conectores RJ45/8 y un módulo de programación RCC-02 para el desfase y

sincronización de las fases. Las entradas de los inversores se conectarán a los bornes del acumulador y la salida trifásica se conectará al centro de mando. El neutro de la salida estará conectado a tierra.

Las características principales del inversor son:

Potencia nominal de salida continua	2000 VA
Sobrecarga transitoria	6,5 kVA (5 seg)
Tensión de salida CA	230 V
Corriente de salida CA	8,7 A
Frecuencia de salida	50 Hz
Tensión de entrada CC	48 V
Intervalo tensión de entrada CC	38 - 68 V
Corriente de entrada CC	56 A
Corriente cargador máx. CC	30 A
Tensión de entrada generador AC	230 V
Corriente de entrada máx. generador AC	50 A
Corriente de salida máx. relé transferencia AC	56 A
Rendimiento	96 %
Consumo OFF/Stand-by/ON	1,8 / 2 / 10 W
Distorsión armónica	< 2 %

6.4.6. SISTEMA AUXILIAR DE ENERGÍA

Para el apoyo al sistema FV se utilizará un grupo electrógeno Diesel trifásico modelo GE-6500 SX/GS de Mosa. Las fases de salida del generador se conectan a los inversores, los cuales llevan integrados un relé de transferencia para la conmutación, para alimentar a la red directamente y cargar las baterías. El contacto auxiliar del inversor se conecta al generador para arrancar automáticamente el grupo cuando la tensión del acumulador es inferior a unos valores determinados, y se desactiva cuando llega a la tensión de flotación de las baterías. Incorpora un magnetotérmico y un relé diferencial para la protección del grupo y un grado IP23. El neutro del generador se conecta junto al neutro del inversor a tierra.

Las características principales del generador Diesel son:

Potencia nominal trifásica	6500 VA
Tensión nominal	230/400 V
Corriente nominal	9,4 A
Frecuencia	50 Hz
Potencia motor	8,8 CV
Capacidad depósito	23 L
Autonomía (75 %)	17,5 h

6.4.7. CONDUCTORES

Existen dos tipos de cable utilizados en la instalación FV. Para la conexión de los paneles y de éstos al cuadro de distribución del subcampo se utilizará el cable solar Exzhellent Solar ZZ-F (AS), cables flexibles unipolares de tensión asignada 1,8 kV en corriente continua, con conductor de cobre estañado clase 5 para servicio móvil (-F), aislamiento elastómero termoestable libre de halógenos (Z) y cubierta elastómera termoestable libre de halógenos (Z). Son cables específicos para instalaciones FV, capaces de soportar las altas temperaturas y los rayos ultravioletas que se producen en este lado de la instalación. Son de alta seguridad, no propagadores del incendio, resistentes a los rayos ultravioletas, con una vida útil mínima de 30 años, trabajan a muy baja temperatura (-40 °C) y una temperatura máxima del conductor en servicio permanente de 90 °C, pudiendo soportar temperaturas de 120 °C durante 20.000 horas.

Para el resto de la instalación, donde las condiciones son normales pero se requiere un grado de seguridad, se utilizará el cable RZ1-K (AS), cables flexibles unipolares de tensión asignada 0,6/1 kV CA y 1,5 kV CC, con conductor de cobre clase 5 para instalación fija (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica ignífuga libre de halógenos (Z1) según UNE 21123-4. Las secciones serán las indicadas en los cálculos justificativos.

6.4.8. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Las conexiones entre paneles se realizarán con conexiones rápidas multicontact MC4. Se dispondrán de cuadros de distribución en envolventes con clase de aislamiento II para el alojamiento de los dispositivos de protección y las conexiones y derivaciones de los cables. Los cuadros serán prefabricados con puerta de acceso protegida mediante cerradura y solo podrán ser abiertos por personal autorizado mediante llave o herramienta adecuada.

6.4.9. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Existen dos sistemas de puesta a tierra en la instalación:

Circuito de corriente continua

En este lado de la instalación FV se aplicará el sistema IT, las partes activas del sistema fotovoltaico estarán aisladas de tierra y las masas estarán conectadas a la toma de tierra del usuario de la nave industrial.

La estructura soporte y los marcos metálicos de los paneles estarán conectados a la toma de tierra, incluso siendo de clase II. Los conductores de protección serán de características similares a los conductores polares e irán en las mismas canalizaciones. Las secciones serán las indicadas en los cálculos justificativos.

Circuito de corriente alterna

En este lado de la instalación FV se aplicará el sistema TT, los neutros de los inversores y del grupo electrógeno estarán conectados a tierra en un único punto y las masas (luminarias, columnas y centro de mando) estarán conectadas a su propia toma de tierra independiente.

La puesta a tierra del neutro estará formada por 2 picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud en hilera unidas por un conductor desnudo de 50 mm², enterradas a una profundidad de 0,5 metros y separadas 3 metros entre sí. Los conductores de protección que unen los neutros de los

inversores y del grupo electrógeno con el electrodo de puesta a tierra serán de características similares a los conductores de fase y de 6 mm² de sección.

Debido a las bajas tensiones del sistema FV y las pequeñas corrientes de defecto de la instalación de puesta a tierra del usuario, las tensiones inducidas en la puesta a tierra del neutro y de las masas de utilización son despreciables, por lo que las distancias mínimas entre ellas también serán despreciables.

6.4.10. PROTECCIONES

La instalación FV estará protegida frente a sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos ubicados en los cuadros de distribución:

- Cuadro de distribución del subcampo FV: para la protección y desconexión de cada cadena se dispondrá de un interruptor magnetotérmico bipolar de 10 A, tensión de empleo 800 V CC y poder de corte de 5 kA.
- Cuadro de distribución del campo FV: para la protección y desconexión de cada subcampo se dispondrá de un interruptor magnetotérmico bipolar de 125 A, tensión de empleo 500 V CC y poder de corte de 50 kA.
- A la entrada del acumulador y para la protección de las baterías y del campo FV se dispondrá de un interruptor automático de 4 polos de 500 A, con una corriente regulada a 420 A, de tensión de empleo 750 V CC y poder de corte de 50 kA.
- Cuadro de distribución salida de baterías: para la protección de cada inversor se dispondrá de un interruptor magnetotérmico bipolar de 50 A, tensión de empleo 250 V CC y poder de corte de 50 kA.
- Cuadro de salida: para aislar la instalación FV de la red de alumbrado público se dispondrá de un interruptor-seccionador de 4 polos de 20 A y tensión de empleo 500 V AC. Los inversores y el grupo electrógeno disponen de protecciones internas contra cortocircuitos. Las protecciones para la red de alumbrado se encuentran en el centro de mando.

Para la protección contra sobretensiones no se han tenido en cuenta dispositivos a tal efecto debido al bajo nivel de riesgo de tormentas de la zona (nivel isocerámico) y a las propias protecciones internas de los reguladores frente a sobretensiones, los cuales estarán puestos a tierra.

Para la protección contra contactos directos existen medidas como el alojamiento de la aparamenta y de todas las conexiones pertinentes en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para su apertura; el aislamiento de todos los conductores para evitar el contacto con las partes activas de la instalación o el aislamiento de los terminales de la baterías mediante cubiertas aislantes.

Para la protección contra contactos indirectos en el circuito de corriente continua de la instalación, una tensión límite de contacto que no excede de 120 V CC en condiciones secas y de 60 V CC en condiciones húmedas (denominadas muy baja tensión) se considera protección suficiente contra el contacto indirecto. En la parte de la instalación con una tensión superior a 60 V (paneles y reguladores) se utilizarán equipos con un aislamiento doble o reforzado, clase II. A esto se le añade que las partes activas del sistema fotovoltaico están aisladas de tierra (sistema IT).

En el circuito de corriente alterna de la instalación la protección se realizará mediante el sistema de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Para ello se utilizarán interruptores diferenciales ubicados en el centro de mando como se explica más adelante en el capítulo de alumbrado público. El grupo generador lleva incorporado un relé diferencial.

6.5. OBRA CIVIL

6.5.1. SISTEMAS DE CANALIZACIÓN

Para el soporte y la conducción de los conductores entre paneles y de éstos al cuadro de distribución del subcampo FV se utilizarán bandejas

soportes de rejilla metálica fijadas a las estructuras de los paneles. Éstas se conectarán a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica asegurada. Tendrán una resistencia al impacto de 2 Joule y una resistencia a la temperatura de servicio y a la propagación de la llama.

Para la canalización de los conductores entre el cuadro de distribución del subcampo FV ubicado en la cubierta y los reguladores ubicados en el local se utilizarán tubos protectores en montaje superficial. Los tubos empleados serán rígidos - curvable en caliente de 63 mm de diámetro, no propagadores de la llama, grado de resistencia a la compresión Fuerte (1250N), grado de resistencia al impacto Medio (2J) y grado de protección mecánica IP-54 según UNE-EN 61.386-21.

Para el resto de canalizaciones de los conductores ubicados dentro del local, el método de instalación será en bandejas soportes de rejilla metálica fijadas a las paredes y de características similares a las anteriores.

6.5.2. LOCAL

A diferencia de los paneles fotovoltaicos que se instalan en la cubierta de la nave industrial, los reguladores, baterías, inversores y grupos electrógenos se alojarán en un local protegidos de la intemperie. El local estará únicamente destinado para este fin y se situará en el interior de la nave industrial. El acceso será restringido y dispondrá de una puerta de acceso protegida mediante cerradura que solo podrá ser abierto por personal autorizado mediante llave. Las baterías se situarán en un cuarto independiente y bien ventilado, garantizando una renovación rápida del aire. Los posibles vapores evacuados no penetrarán en locales contiguos. Estarán dispuestas de manera que puedan realizarse fácilmente las tareas de mantenimiento.

7. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

7.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Debido a la división del campo fotovoltaico para llevar a cabo la ejecución técnica del proyecto, la instalación de alumbrado está alimentada por

cuatro Centros de Mando instalados cada uno, respectivamente, junto a las cuatro instalaciones fotovoltaicas en las que se divide el polígono industrial, situados como se indica en el Documento Nº 5: Planos.

Cada Centro de Mando alimenta dos circuitos, siendo en total ocho circuitos para el suministro de energía a todo el alumbrado público del polígono.

Cada circuito alimenta a 30 luminarias, excepto uno último que alimenta a 29. Se consigue así un reparto equilibrado de la potencia. La distribución se realiza en red subterránea bajo tubo en trifásica a 400 V, conectando cada lámpara entre fase y neutro a 230 V. Éstas se irán conectando alternando las fases de forma que la instalación quede totalmente equilibrada. En total son 239 luminarias con un factor de mantenimiento de 0,7 y una potencia instalada de 21,51 kW.

El alumbrado dotará de iluminación artificial a todos los viales, rotondas y caminos peatonales, así como los aparcamientos. Las luminarias son lámparas LED de 90 W con columnas de 9 metros de altura, dispuestas unilateralmente y separadas una distancia de 24 metros. Excepto en la calle principal de entrada al polígono donde son columnas de 12 metros de altura, disposición bilateral frente a frente y separadas una distancia de 30 metros.

Con el fin de conseguir ahorros energéticos, las instalaciones de alumbrado público disponen de doble nivel de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación.

7.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA URBANIZACIÓN

El polígono industrial está formado por ciento ochenta y cinco parcelas. Se pueden distinguir tres viales distintos en el polígono industrial:

- Vial A: la mayoría de las calles están compuestas por una calzada de 8 metros de anchura con dos carriles de doble sentido de circulación, dos carriles de estacionamiento de 2,5 metros de anchura a ambos

lados de la calzada y dos caminos peatonales de 2,5 metros de anchura a ambos lados de la calzada.

- Vial B: la calle principal del polígono está compuesta por dos calzadas de 7 metros de anchura y dos carriles de un sentido de circulación cada una, separadas por un arcén central de 30 metros. Cada calzada tiene un carril de estacionamiento de 2,5 metros de anchura y un camino peatonal de 2,5 metros de anchura.
- Vial C: la calle de entrada principal al polígono está compuesta por una calzada de 14 metros de anchura con dos carriles de doble sentido de circulación, dos carriles de estacionamiento de 2,5 metros de anchura a ambos lados de la calzada y dos caminos peatonales de 2,5 metros de anchura a ambos lados de la calzada.

7.3. CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS

7.3.1. NIVEL DE ILUMINACIÓN

Los valores de referencia para alumbrado vial se indican en el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, en su Instrucción Técnica Complementaria EA - 02, niveles de iluminación, basada en las normas de la serie UNE-EN 13201 “Iluminación de carreteras”:

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_L [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Tabla 8 – Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽²⁾	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽²⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Los viales del polígono industrial se clasifican en situación de proyecto B2, de moderada velocidad, siendo la clase de alumbrado ME3b. Por tanto tendrán una luminancia media de 1 cd/m², es decir, entre 15÷18 lux de iluminancia media.

Los caminos peatonales se clasifican en situación de proyecto E1, siendo la clase de alumbrado S4. Por tanto tendrán una iluminancia media mínima de 5 lux.

Todos los cruces, curvas, rotondas y pasos peatonales se clasifican un grado superior al de la vía a la que corresponde dicho espacio, es decir, una clase de alumbrado ME2. Por tanto tendrán una luminancia media de 1,5 cd/m², es decir, entre 22.5÷27 lux de iluminancia media.

Estos niveles corresponden a una intensidad a pleno rendimiento, es decir, desde la puesta del sol hasta las horas en que el personal finaliza su jornada de trabajo. El resto de las horas, siendo en ese intervalo de tiempo el tráfico muy escaso, se reducirán los niveles de iluminación anteriores para ahorrar energía, permitiendo la disminución del flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal en todas las luminarias, por medio del equipo reductor de flujo, por lo que el alumbrado resultante de esta situación no cumplirá los valores reseñados anteriormente, pero mantendrá la uniformidad, ya que lo que se pretende en este tiempo es mantener un alumbrado de vigilancia y seguridad.

7.3.2. DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE LUZ. FACTOR DE UNIFORMIDAD

En el vial A la distancia entre puntos de luz es de 24 metros.

En el vial B la distancia entre puntos de luz es de 24 metros.

En el vial C la distancia entre puntos de luz es de 30 metros.

El factor de uniformidad global mínima de todos los viales, cruces, curvas, rotondas y pasos peatonales es de 0,4. Esta uniformidad se mantendrá constante incluso en las horas de iluminación reducida. El factor de mantenimiento de la instalación es de 0,7.

7.3.3. ALTURA DE LA INSTALACIÓN. DISPOSICIÓN

En el vial A la altura de las luminarias es de 9 metros.

En el vial B la altura de las luminarias es de 9 metros.

En el vial C la altura de las luminarias es de 12 metros.

En todos los cruces, curvas, rotondas y pasos peatonales la altura de las luminarias es de 9 metros.

Por tanto, las luminarias LED de 90W tendrán las siguientes disposiciones:

- Vial A: la disposición aplicada es unilateral con columnas de 9 metros de altura y separadas una interdistancia de 24 metros. La base de las columnas se colocan a 0,5 metros del borde de la acera. El brazo de las columnas tienen una longitud de 2,4 metros y una inclinación de 5°.
- Vial B: la disposición aplicada es unilateral en cada una de las dos calzadas, o lo que es lo mismo, bilateral frente a frente para todo el vial, con columnas de 9 metros de altura y separadas una interdistancia de 24 metros. La base de las columnas se colocan a 0,5 metros del borde de la acera. El brazo de las columnas tienen una longitud de 2 metros y una inclinación de 5°.

- Vial C: la disposición aplicada es bilateral frente a frente con columnas de 12 metros de altura y separadas una interdistancia de 30 metros. La base de las columnas se colocan a 0,5 metros del borde de la acera. El brazo de las columnas tienen una longitud de 1 metro y una inclinación de 10°.

Mediante estas disposiciones se consiguen los niveles de iluminación y uniformidad mínimos exigidos en el apartado anterior, tal y como queda justificado en el anexo de cálculo.

7.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES

7.4.1. LUMINARIAS

El alumbrado se realizará con luminarias Philips SpeedStar LED modelo BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM de 90 W de potencia y flujo luminoso de 9048 lúmenes.

La luminaria es de clase I, grado de protección IP-65 IK-08, de color gris plata satinado, fabricada en aluminio inyectado a alta presión, juntas de goma de silicona resistente al calor, óptica de plástico y el cierre óptico es de vidrio plano endurecido térmicamente. Tiene una vida útil mínima de 60.000 horas y no genera emisiones de CO₂. Se alimentan a 230 Vac y estarán conectadas a la puesta a tierra común.

7.4.2. EQUIPOS DE ENCENDIDO Y COMPENSACIÓN

Las luminarias de la instalación, al ser lámparas LED y no lámparas de descarga, no son necesarios equipos de encendido como arrancadores, reactancias y condensadores.

El equipo reductor de flujo para disponer de doble nivel de iluminación será mediante control por hilo de mando. Esta solución consiste en una regulación escalonada que permite a los usuarios atenuar los grupos de puntos de luz durante ciertas horas de la noche a través de un circuito de mando

adicional. Un reloj astronómico con dos interruptores, uno que sirve para el encendido y apagado total, y otro para accionar los contactores que alimentan, por la línea de mando, los drivers integrados dentro de la luminaria para cambiar el nivel de luz de todas las luminarias conectadas a ese centro de mando. El dispositivo SDU transforma una línea de tensión de red en una señal de 1-10V para regular el flujo al 50% cuando se aplica tensión en el hilo de mando, manteniendo los valores de uniformidad.

7.4.3. LÁMPARAS

Serán lámparas LED modelo 1xGRN104-2S/657 de 90 W de potencia con un flujo luminoso de 10400 lúmenes, un color de luz blanco neutro, temperatura de color de 4000 K y una eficiencia luminosa de 103 Lm/W.

7.4.4. COLUMNAS

Serán columnas troncocónicas de acero galvanizado con alturas de 9 y 12 metros. La chapa de acero será de 3 mm de espesor del tipo A-37b, según la norma UNE 36-080-73. La superficie debe ser continua y exenta de imperfecciones, manchas, bultos y ampollas, galvanizadas en caliente con peso mínimo de 520 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de cinc. Las soldaduras, excepto la vertical del tronco, serán al menos de calidad 2 según norma UNE 14.011 y tendrán unas características mecánicas superiores a las del material base. Se dispondrá anillo de refuerzo en su parte inferior de 14 cm de altura y 4 mm de espesor. La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca. El coeficiente de seguridad no será inferior a 2,5 considerando las luminarias completas instaladas en el soporte. Las columnas incorporarán brazos simples de 2.4, 2 y 1 metros de longitud con una inclinación de hasta 10°. Las dimensiones de las columnas, placa de base y caja de registro serán las que figuran en los planos de detalle.

Las columnas irán provistas de una abertura de dimensiones adecuadas para acceder a los elementos de protección y maniobra, a una distancia como mínimo de 0,30 m desde su parte inferior a la rasante del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección IP44 e IK10 que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales. En su interior se ubicará una caja de conexiones de material aislante para el alojamiento de los fusibles y la conexión de los cables.

7.4.5. CONDUCTORES

Los cables de la red de alimentación de alumbrado público serán unipolares RV-K, cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de policloruro de vinilo (V) según UNE 21123-2. La instalación será subterránea bajo tubo y las secciones serán las indicadas en los cálculos justificativos.

Los cables de la red de control serán de características similares a los indicados para la red de alimentación. La sección de los conductores será de 2,5 mm².

Los cables de la instalación eléctrica en el interior de los soportes serán de características similares a los indicados para la red de alimentación. La sección de los conductores será de 2,5 mm². En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo.

7.4.6. CAJAS DE CONEXIÓN Y DERIVACIÓN

Se instalarán en el interior de cada columna o arqueta una caja de conexión y derivación de material aislante para el alojamiento de los fusibles y la conexión de los cables de las luminarias a la red de alimentación. Las cajas irán equipadas con fusibles de 6 A para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a las derivaciones de los puntos de luz.

7.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo centro de mando, cuya masa metálica también se conectará a tierra. En las redes de tierra se instalará, como mínimo, un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y el último soporte de cada línea. La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles.

Los electrodos de puesta a tierra serán picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud enterradas a una profundidad mínima de 0,5 metros, instaladas en las arquetas adosadas a los soportes correspondientes.

La red de tierra que une los electrodos estará constituida por cable H07V-R según norma UNE 21031-3, conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, de cobre clase 2 (-R) y aislamiento de policloruro de vinilo (V). La sección será de 16 mm² e irán en el interior de los tubos de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra será de características similares a la red de tierra.

Las luminarias estarán conectadas al punto de puesta a tierra del soporte mediante un conductor de características similares a la red de tierra de 2,5 mm² de sección.

Las partes metálicas de los kioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra.

7.4.8. CENTROS DE MANDO. DESCRIPCIÓN

Se instalarán 4 centros de mando situados junto a las instalaciones fotovoltaicas, tal como puede verse en los planos.

En cada cuadro de mando se dispondrá de una protección general constituida por un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar de 16 A y poder de corte de 6 kA, curva tipo B. Se instalará un contactor tripolar de 16 A destinado al encendido/apagado automático de la instalación y un conmutador para su accionamiento manual de 16 A; este conmutador será de tres posiciones y accionamiento frontal, correspondiendo la posición "1" al encendido/apagado automático, la posición "0" al apagado y la posición "2" al encendido manual. En posición automático, la maniobra se realiza por el contactor, que a su vez será actuado por un interruptor del reloj astronómico, el cual incorpora un microprocesador que realiza la corrección automática de los horarios de encendido y apagado en función del momento astronómico de orto y ocaso. El reloj lleva un segundo interruptor que actúa sobre un contactor bipolar de 6 A para permitir la activación de los dos circuitos reductores de flujo de forma independiente. El reloj astronómico estará protegido por un interruptor magnetotérmico unipolar de 10 A. Todos los circuitos de salida (alimentación y control) estarán protegidos contra contactos indirectos por interruptores diferenciales omnipolares de 6 A y 300 mA de sensibilidad; y contra sobrecargas y cortocircuitos por interruptores magnetotérmicos unipolares de 6 A curva tipo B, situados al inicio de cada uno de los circuitos. En un cuadro independiente por encima del cuadro de mando se encontrará el equipo de medida.

Los equipos estarán situados en armario de poliéster prensado con tapa del mismo material, que permita el empleo de candados para su cierre. El armario se situará sobre basamento y su fondo, laterales y parte superior deberán ser recibidos con obra cuyo acabado armonice con el entorno. Las partes metálicas del centro irán conectadas a tierra.

7.4.9. PROTECCIONES

La red de alumbrado público estará protegida contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos o fusibles ubicados en el centro de mando. La utilización de magnetotérmicos con curva tipo B permite la protección de grandes longitudes de circuitos, hasta 800 metros. La reducción de la sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm²) se protegerá con fusibles de 6 A existentes en cada columna.

Para la protección contra contactos directos existen medidas como: alojamiento de la aparamenta y de todas las conexiones pertinentes en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para su apertura; o el aislamiento de todos los conductores para evitar el contacto con las partes activas de la instalación.

Para la protección contra contactos indirectos se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Todas las luminarias, soportes y masas metálicas accesibles se conectarán a la red de tierras común descrita anteriormente. Para el corte automático de la alimentación en un tiempo compatible con la seguridad de las personas y una tensión de contacto no mayor de 24 V, se utilizarán interruptores diferenciales de 300 mA para cada circuito de salida, ubicados en el centro de mando.

7.4.10. EQUIPOS DE MEDIDA Y C.G.P.

Las acometidas de los centros de mando se realizarán desde la salida de los inversores de las instalaciones fotovoltaicas con conductores de 6 mm² de sección y 20 metros de longitud e irán en canalización subterránea bajo tubo para la conexión al centro de mando. Los tubos serán de características similares a los de la red de alumbrado. La acometida finalizará en la caja general de protección, donde se ubicarán los fusibles de protección de 16 A, y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida en un módulo independiente en el interior del centro de mando, formado por un contador de activa, 4 hilos 16 A y un contador de reactiva, 4 hilos 16 A.

7.5. OBRA CIVIL

7.5.1. ARQUETAS

Para hacer completamente registrable la instalación, se instalarán arquetas de obra de dimensiones 40x40x60 cm. La distancia desde el fondo de la arqueta hasta la superficie inferior del tubo no será inferior a 20 cm. La terminación de las arquetas en la parte superior se realizara de modo que quede enrasada con el pavimento existente. La tapa y marco de la arqueta serán de fundición dúctil.

Se situarán arquetas de registro en los siguientes puntos:

- Junto a cada punto de luz.
- A ambos lados de cada cruce de calzada.
- En cada cambio de dirección.
- Cada treinta metros de canalización.
- En cada punto que sea necesario para facilitar la instalación o sustitución de los conductores.

Cuando en un punto sea necesario instalar arquetas por más de uno de los conceptos anteriores, será suficiente instalar una sola arqueta.

7.5.2. BASAMENTOS

El hormigón a utilizar será de resistencia característica 175 Kg/cm². Las dimensiones de la cimentación así como la longitud y el diámetro de los pernos de anclaje serán las que figuran en los planos de detalle. Los pernos serán de acero F-111.

Una vez efectuada la excavación, se regará el fondo como operación previa al vertido de una capa de hormigón de limpieza de 5*8 cm. A

continuación se colocará la plantilla con los cuatro pernos y el tubo de PVC con la curvatura adecuada.

7.5.3. TUBOS PROTECTORES

Los tubos empleados para la canalización subterránea de los conductores serán tubos de pared múltiple (interior lisa y exterior corrugada) de plástico, rígido de 90 mm de diámetro, grado de resistencia a la compresión 450N, grado de resistencia al impacto Normal y grado de protección mecánica IP-54 según UNE-EN 50.086-2-4.

En los cruzamientos de calzadas irán hormigonados, con un grado de resistencia a la compresión 250N y grado de resistencia al impacto Ligero. Además se instalará un tubo de reserva.

7.5.4. ZANJAS

En aceras las zanjás tendrán una profundidad tal que los tubos enterrados estén, desde la cota superior, a 0,45 m del nivel del terreno. Se dispondrá un recubrimiento de capa de arena de relleno de 0,1 m sobre la que se colocará el tubo. Por encima irá otra capa de arena de 0,1 m. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

En los cruzamientos de calzadas la canalización, además de entubada, irá hormigonada a una profundidad de 0,60 m y se instalará un tubo de reserva. Se dispondrá de un recubrimiento de hormigón con medidas similares a las aceras.

Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

7.6. RED DE ALIMENTACIÓN

7.6.1. CONDICIONES DE CÁLCULO

La distribución se realiza en red subterránea bajo tubo en trifásica a 400 V, conectando cada lámpara entre fase y neutro a 230 V. Éstas se irán conectando alternando las fases de forma que la instalación quede totalmente equilibrada.

Las luminarias de la instalación, al ser lámparas LED y no lámparas de descarga, no son necesarios equipos de encendido, por lo tanto, no se aplicará el factor de 1,8 para el cálculo de las secciones. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación será menor o igual que 3%.

7.6.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

Las conducciones subterráneas son detalladas en el apartado obra civil. Tanto para el cálculo de los conductores como para la ejecución de la obra se tendrán en cuenta las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Condiciones especiales: Para la iluminación de tramos en curva se situarán los puntos de luz en la parte exterior de la misma reduciendo la distancia de separación empleada en los tramos rectilíneos. Se colocará un punto de luz en la prolongación de cada uno de los ejes de circulación de los vehículos, siendo estos puntos los que determinarán la situación de los restantes. Para los cruces, se colocará un punto de luz en la prolongación del eje de circulación confluyente con el cruce, éste será el centro luminoso a partir del cual se colocarán el resto de luminarias del cruce.

7.6.3. RESUMEN DE UNIDADES LUMINOTÉCNICAS Y POTENCIAS DE CÁLCULO

7.6.3.1. POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE

La potencia máxima admisible viene fijada por el calibre de los interruptores magnetotérmicos colocados en la cabecera de cada salida. Al disponer de interruptores de 6 A para cada una de las 8 salidas proyectadas, la potencia máxima admisible por la instalación será la siguiente:

$$P = 8 \cdot (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 6 \cdot 0,9) = 29.930 \text{ W}$$

7.6.3.2. POTENCIA TOTAL INSTALADA

Centro de Mando 1 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 1 Salida 2: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 2 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 2 Salida 2: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 3 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 3 Salida 2: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 4 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 4 Salida 2: 29 puntos de luz de 90 W	2610 W
Potencia total instalada	21.510 W

7.6.3.3. POTENCIA TOTAL DEMANDADA

La potencia total demandada por la instalación será de 21.510 W

7.6.3.4. POTENCIA A CONTRATAR

Debido a la particularidad del suministro mediante energía fotovoltaica, no existe potencia contratada ni tarifas de acceso a la red de distribución.

8. DOCUMENTACIÓN

Integran el presente proyecto los siguientes documentos:

- DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA
- DOCUMENTO Nº 2: ANEXOS
 - ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
 - ANEXO Nº 2: ESTUDIO ECONÓMICO
 - ANEXO Nº 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
 - ANEXO Nº 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- DOCUMENTO Nº 5: PLANOS

9. CONCLUSIÓN

El Técnico que suscribe, estima que los documentos que componen el presente proyecto, aportarán el número suficiente de datos para obtener la aprobación de los Organismos Competentes. En cualquier caso queda a disposición de aquellos para ampliar o aclarar cuanto estimasen oportuno.

Murcia, Mayo de 2013
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Adrián Ortigosa Buendía

***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

***DOCUMENTO N° 2: ANEXOS
ANEXO N° 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS***

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. – INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1. – PREVISIÓN DE POTENCIA Y CONSUMO

1.2. – DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

1.2.1. - EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LOS PANELES

1.2.2. - CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS SUBCAMPOS

1.3. – DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA SOPORTE

1.4. – DIMENSIONADO DEL REGULADOR

1.5. – DIMENSIONADO DEL ACUMULADOR

1.6. – DIMENSIONADO DEL INVERSOR

1.7. – DIMENSIONADO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

1.8. – CABLEADO

1.8.1. - INTENSIDADES

1.8.2. - CAÍDAS DE TENSIÓN

1.9. – PROTECCIONES

1.10. – PUESTA A TIERRA

1.11. – TABLAS Y RESULTADOS DE CÁLCULOS

2. – INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

2.1. – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1.1. - PREVISIÓN DE POTENCIA

2.1.2. - CÁLCULO DE LÍNEAS Y CIRCUITOS

2.1.2.1. - INTENSIDADES

2.1.2.2. - CAÍDAS DE TENSIÓN

2.1.3. - CÁLCULO DE PROTECCIONES

2.1.4. - CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

2.2. – CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

2.3. – CÁLCULOS ESTRUCTURALES

2.4. – TABLAS Y RESULTADOS DE CÁLCULOS

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA Y CONSUMO

El alumbrado público del polígono industrial consta de 239 luminarias, con una potencia total instalada de 21,51 kW. Para el suministro, el sistema FV se divide en cuatro instalaciones fotovoltaicas independientes dando suministro a 60 luminarias con una potencia demandada de **5,4 kW** cada instalación. Para el mes más desfavorable (invierno) y con un margen de seguridad, la potencia es demandada durante 12 horas obteniendo una energía E_d de **64,8 kWh/día** a suministrar por cada instalación FV.

El consumo diario L_d de la instalación será:

$$L_d = \frac{E_d}{\eta_{inv} \cdot \eta_{bat} \cdot \eta_{cabl} \cdot V_{sist}} = 1.510,47 \text{ Ah}$$

η_{inv} = Rendimiento del inversor (0,96)

η_{bat} = Rendimiento de las baterías (0,95)

η_{cabl} = Rendimiento del cableado (0,98)

V_{sist} = Tensión del sistema 48 V

1.2. DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Los paneles solares estarán orientados hacia el sur con una inclinación de 60° para obtener una irradiación u hora solar pico HSP de 4,85 kWh/m²/día.

El rendimiento global de la instalación PR será:

$$PR = \eta_{inv} \cdot \eta_{bat} \cdot \eta_{cabl} \cdot \eta_{reg} \cdot \eta_{otros} = 0,817$$

η_{reg} = Rendimiento del regulador (0,96)

η_{otros} = Rendimiento por suciedad, temperatura, paneles, sombras (0,95)

La potencia mínima del generador FV para la demanda de energía diaria será:

$$P_{min} = \frac{E_d}{HSP \cdot PR} = 16.353,5 \text{ Wp}$$

Teniendo en cuenta que la potencia del panel solar es de 333 Wp y gracias a los reguladores con seguimiento del punto de máxima potencia MPPT, para el cálculo del número de paneles a instalar para generar esa potencia se puede utilizar el siguiente criterio:

$$N_{\text{paneles}} = \frac{P_{\text{min}}}{P_{\text{panel}}} = 49,1 \cong 50 \text{ paneles}$$

Por lo que la potencia del generador o campo FV será:

$$P_{\text{generador}} = 50 \cdot 333 = 16.650 \text{ Wp}$$

$$P_{\text{generador}} < 1,2 \cdot P_{\text{min}} \rightarrow \text{se cumple}$$

$$I_{\text{campo FV}} = \frac{P_{\text{generador}}}{V_{\text{sist}}} = 346,87 \text{ A}$$

La potencia máxima fotovoltaica que se puede conectar a cada regulador es de 4800 W, por lo que se utilizarán:

$$\frac{P_{\text{generador}}}{P_{\text{regulador}}} = 3,46 \cong 4 \text{ reguladores o subcampos}$$

El campo FV se divide en cuatro subcampos de 12+12+12+14 paneles conectando cada subcampo a su respectivo regulador.

1.2.1. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LOS PANELES

Las tensiones del panel solar varían con la temperatura. Presuponiendo unas temperaturas mínima y máxima de los paneles de -10 °C y +70 °C, se obtienen las variaciones de tensión del panel con la fórmula:

$$V^{(t)} = V_{\text{stc}} - \beta(25 - T_{\text{cel}})$$

V_{stc} = Tensión en condiciones estándar

β = coeficiente de variación de la tensión con la temperatura -176,6 mV/K

La tensión sin carga máxima Voc del panel será la mayor de los dos:

$$\left. \begin{aligned} V_{oc}^{(t)} &= 65,3 + 0,1766(25 + 10) = 71,48 \\ V_{oc} &= 1,2 \cdot 65,3 = 78,36 \end{aligned} \right\} V_{oc,max} = 78,36 V$$

Las tensiones mínima y máxima MPP serán:

$$V_{MPP,min}^{(t)} = 54,7 + 0,1766(25 - 70) = 46,75 V$$

$$V_{MPP,max}^{(t)} = 54,7 + 0,1766(25 + 10) = 60,88 V$$

1.2.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS SUBCAMPOS

Existen dos tipos de subcampos:

Subcampo tipo A formado por 12 paneles:

Los paneles están conectados en dos cadenas en paralelo con seis paneles en serie por cadena.

$$P_{subcampo A} = 12 \cdot 333 = 3.996 Wp$$

$$I_{subcampo A} = 2 \cdot 6,09 = 12,18 A$$

$$I_{salida regulador A} = \frac{P_{subcampo A}}{V_{sist}} = 83,25 A$$

$$V_{MPP} = 6 \cdot 54,7 = 328,2 V$$

$$V_{MPP,min} = 6 \cdot 46,75 = 280,5 V$$

$$V_{MPP,max} = 6 \cdot 60,88 = 365,28 V$$

$$V_{oc} = 6 \cdot 78,36 = 470,16 V$$

Subcampo tipo B formado por 14 paneles:

Los paneles están conectados en dos cadenas en paralelo con siete paneles en serie por cadena.

$$P_{subcampo B} = 14 \cdot 333 = 4.662 Wp$$

$$I_{subcampo B} = 2 \cdot 6,09 = 12,18 A$$

$$I_{salida regulador B} = \frac{P_{subcampo B}}{V_{sist}} = 97,1 A$$

$$V_{MPP} = 7 \cdot 54,7 = 382,9 \text{ V}$$

$$V_{MPP,min} = 7 \cdot 46,75 = 327,25 \text{ V}$$

$$V_{MPP,max} = 7 \cdot 60,88 = 426,2 \text{ V}$$

$$V_{oc} = 7 \cdot 78,36 = 548,5 \text{ V}$$

1.3. DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA SOPORTE

La capacidad de carga de la estructura soporte y de los paneles debe resistir las sobrecargas de viento de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB SE AE). La sobrecarga de viento o presión estática será:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p = 833 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2 = 450 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

q_b = Presión dinámica del viento para zona B

C_e = Coeficiente de exposición 1,7 para zona industrial a 9 metros de altura

C_p = Coeficiente eólico o de presión 1,09 para un elemento de 1,63 m² colocado en la zona H de una cubierta plana

δ = Densidad del aire 1,25 Kg/m³

v_b = Valor básico de la velocidad del viento 27 m/s para zona B

El panel solar tiene una carga máxima de 2400 Pa > 833 Pa

La estructura tiene una carga máxima de 1900 Pa > 833 Pa

La capacidad de carga de las cubiertas de las naves debe resistir el peso de los paneles y de las estructuras. Según el CTE, la cubierta tiene una sobrecarga de uso de 1000 Pa para una carga uniforme.

$$\frac{(P_{estructura} + P_{panel})}{S_{panel}} = \frac{8 + 18,6}{1,63} = 16,3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \approx 160 \text{ Pa} < 1000 \text{ Pa}$$

La distancia mínima entre estructuras o cadenas será:

$$d \geq h \cdot k = 1,35 \cdot 2,356 = 3,18 \text{ m}$$
$$h = y \sin 60^\circ = 1,559 \cdot \sin 60^\circ = 1,35 \text{ m}$$
$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - 38^\circ)} = 2,356$$

h = Altura vertical de los paneles solares inclinados 60°

k = Coeficiente que depende de la latitud del lugar

y = Altura de los paneles

Por tanto, entre las cadenas de paneles o estructuras existirá una distancia de 3,5 metros para evitar sus propias sombras.

1.4. DIMENSIONADO DEL REGULADOR

Los valores de los subcampos FV deben de estar dentro del rango de valores de cada regulador para su correcto funcionamiento:

$$P_{max,subcampo} < P_{regulador} \rightarrow 4662 < 4800 \text{ W}$$
$$I_{max,subcampo} < I_{max,entrada} \rightarrow 2 \cdot 1,25 \cdot 6,46 = 16,15 < 35 \text{ A}$$
$$V_{MPP,min} > V_{min,regulador} \rightarrow 280,5 > 195 \text{ V}$$
$$V_{MPP,max} < V_{max,regulador} \rightarrow 426,2 < 550 \text{ V}$$
$$V_{oc} < V_{oc,regulador} \rightarrow 548,5 < 600 \text{ V}$$

1.5. DIMENSIONADO DEL ACUMULADOR

La capacidad del acumulador se diseña para almacenar el consumo diario más una autonomía A de 3 días, con una profundidad de descarga máxima PD del 60% y un factor de corrección por temperatura F de 0,99.

$$C_{100} = \frac{L_d \cdot A}{PD_{max} \cdot F_{temp}} = \frac{1510,47 \cdot 3}{0,6 \cdot 0,99} = 7629 < 9420 \text{ Ah}$$

$$PD_{max} = \frac{L_d \cdot A}{C_{100} \cdot F_{temp}} = \frac{1510,47 \cdot 3}{9420 \cdot 0,99} \cdot 100 = 48,6 \% < 60 \%$$
$$PD_{diaria,max} = \frac{L_d}{C_{100} \cdot F_{temp}} = \frac{1510,47}{9420 \cdot 0,99} \cdot 100 = 16,1 \% < 15 - 20 \%$$

Según el PCT, para una adecuada carga del acumulador se debe cumplir:

$$I_{20} = \frac{C_{20}}{20 h} = \frac{7760}{20} = 388 A > I_{campo FV} = 346,87 A$$
$$\frac{C_{20}}{I_{campo FV}} \leq 25 \rightarrow 22,4 \leq 25$$

1.6. DIMENSIONADO DEL INVERSOR

La potencia del inversor monofásico debe ser superior a la potencia monofásica demandada.

$$P_{inv} = \frac{5400}{3} = 1800 \frac{W}{f_{ase}} < 2000 VA$$
$$P_{inv trifásico} = 6000 W > 5400 W$$
$$I_{entrada cc} < I_{ent max inversor} \rightarrow \frac{P_{demandada}}{\eta_{inv} \cdot V_{sist}} = \frac{1800}{0,96 \cdot 48} = 39,1 < 56 A$$

1.7. DIMENSIONADO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

La potencia trifásica del grupo Diesel debe ser superior a la potencia trifásica demandada.

$$P_{grupo} = 6500 W > 5400 W$$

1.8. CABLEADO

1.8.1. INTENSIDADES

Circuito Paneles solares - Cuadro de distribución del subcampo FV:

La corriente de diseño será:

$$I_b = 1,25 \cdot I_{sc} = 1,25 \cdot 6,46 = 8,075 A$$

El método de instalación será en bandejas perforadas, Método F, y la temperatura ambiente máxima en las placas es de 70 °C. Para este cable solar ZZ-F (AS) especial se obtienen los siguientes factores de corrección:

$$\left. \begin{array}{l} F_{temp\ 70^\circ} = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_T}{\theta_s - 60}} = \sqrt{\frac{120 - 70}{120 - 60}} = 0,91 \\ F_{bandejas\ perf} = 0,9 \end{array} \right\} F_{Total} = 0,91 \cdot 0,9 = 0,82$$

$$S \Rightarrow 2,5\ mm^2 \rightarrow I_Z = 41 \cdot 0,82 = 33,6\ A > 8,075\ A$$

$$F_{carga} = \frac{8,075}{33,6} = 0,24$$

La intensidad máxima admisible del conductor es mayor que la de diseño. Para el criterio de calentamiento la sección de 2,5 mm² es válida.

Circuito Cuadro de distribución del subcampo FV - Reguladores:

La corriente de diseño será:

$$I_b = 2 \cdot 1,25 \cdot 6,46 = 16,15 A$$

El método de instalación será en tubos protectores en montaje superficial, Método B1, XLPE2, columna 10 en tablas, con un factor de corrección por agrupación de cuatro circuitos de 0,7. Para el cable RZ1-K (AS):

$$S \Rightarrow 4\ mm^2 \rightarrow I_Z = 36 \cdot 0,7 = 25,2\ A > 16,15\ A$$

$$F_{carga} = \frac{16,15}{25,2} = 0,64$$

Por tanto, para el criterio de calentamiento la sección de 4 mm² es válida.

El diámetro del tubo empleado para cables de distintas secciones (8 cables polares de 4 mm² y 4 cables de tierra de 16 mm²) será:

$$\phi_{int tubo} = \sqrt{F_c \cdot (8d_1^2 + 4d_2^2)} = \sqrt{2,5 \cdot (8 \cdot 6,7^2 + 4 \cdot 9,2^2)} = 41,7 \text{ mm} < 52 \text{ mm}$$

F_c = Factor de corrección para tubos en montaje superficial

d = Diámetro exterior de los cables

Por tanto, el tubo tiene un diámetro exterior de 63 mm.

Circuito Reguladores - Cuadro de distribución del campo FV:

La corriente de diseño será:

$$I_b = \frac{P_{regulador}}{V_{sist}} = \frac{4800}{48} = 100 \text{ A}$$

El método de instalación será en bandejas perforadas, Método F, XLPE2, columna 13 en tablas, con un factor de corrección por agrupación de cuatro circuitos de 0,75. Para el cable RZ1-K (AS):

$$S \Rightarrow 35 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z = 174 \cdot 0,75 = 130,5 \text{ A} > 100 \text{ A}$$

$$F_{carga} = \frac{100}{130,5} = 0,76$$

Por tanto, para el criterio de calentamiento la sección de 35 mm² es válida.

Circuito Cuadro de distribución del campo FV - Acumulador:

La corriente de diseño será:

$$I_b = 400 \text{ A}$$

El método de instalación será en bandejas perforadas, Método F, XLPE2, columna 13 en tablas. Para el cable RZ1-K (AS):

$$S \Rightarrow 150 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z = 438 \text{ A} > 400 \text{ A}$$

$$F_{carga} = \frac{400}{438} = 0,91$$

Por tanto, para el criterio de calentamiento la sección de 150 mm² es válida.

Circuito Acumulador - Inversores:

La corriente de diseño será:

$$I_b = \frac{P_{demandada}}{\eta_{inv} \cdot V_{sist}} = \frac{1800}{0,96 \cdot 48} = 39,1 \text{ A}$$

El método de instalación será en bandejas perforadas, Método F, XLPE2, columna 13 en tablas, con un factor de corrección por agrupación de tres circuitos de 0,8. Para el cable RZ1-K (AS):

$$S \Rightarrow 10 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z = 82 \cdot 0,8 = 65,6 \text{ A} > 39,1 \text{ A}$$

$$F_{carga} = \frac{39,1}{65,6} = 0,6$$

Por tanto, para el criterio de calentamiento la sección de 10 mm² es válida.

Circuito Grupo electrógeno - Inversores:

La corriente de diseño será:

$$I_b = \frac{P_{grupo}}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{6500}{\sqrt{3} \cdot 400} = 9,4 \text{ A}$$

El método de instalación será en bandejas perforadas, Método F, XLPE2, columna 13 en tablas, con un factor de corrección por agrupación de tres circuitos de 0,8. Para el cable RZ1-K (AS):

$$S \Rightarrow 2,5 \text{ mm}^2 \rightarrow I_z = 34 \cdot 0,8 = 27,2 \text{ A} > 9,4 \text{ A}$$

$$F_{carga} = \frac{9,4}{27,2} = 0,35$$

Por tanto, para el criterio de calentamiento la sección de 2,5 mm² es válida.

1.8.2. CAÍDAS DE TENSION

Las caídas de tensión en los distintos tramos de la instalación FV deben ser inferiores a:

- Caídas de tensión máxima entre generador y regulador/inversor: 3%.
- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1%.
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1%.
- Caídas de tensión máxima entre regulador e inversor: 1%.
- Caídas de tensión máxima entre inversor/regulador y cargas: 3%.

La fórmula utilizada para el cálculo de la caída de tensión es:

$$\% \Delta V = \frac{2LP}{\gamma S V^2} \cdot 100$$

L = Longitud de la línea en metros

P = Potencia de la línea en vatios

γ = Conductancia del conductor (44 para XLPE)

S = Sección del conductor en mm²

V = Tensión de la línea en voltios

Circuito Paneles solares - Cuadro de distribución del subcampo FV:

Se calculan los dos tipos diferentes de subcampos:

Subcampo A: La caída de tensión para una longitud de 7,5 metros y una potencia de 6 x 333W = 1998 W será:

$$\% \Delta V = \frac{2LP}{\gamma S V^2} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 7,5 \cdot 1998}{44 \cdot 2,5 \cdot 328,2^2} \cdot 100 = 0,253 \%$$

Subcampo B: La caída de tensión para una longitud de 9 metros y una potencia de 7 x 333W = 2331 W será:

$$\% \Delta V = \frac{2 \cdot 9 \cdot 2331}{44 \cdot 2,5 \cdot 382,9^2} \cdot 100 = 0,26 \%$$

Circuito Cuadro de distribución del subcampo FV - Reguladores:

Se calculan los dos tipos diferentes de subcampos:

Subcampo A: La caída de tensión para una longitud de 15 metros y una potencia de 12 x 333W = 3996 W será:

$$\% \Delta V = \frac{2 \cdot 15 \cdot 3996}{44 \cdot 4 \cdot 328,2^2} \cdot 100 = 0,632 \%$$

Subcampo B: La caída de tensión para una longitud de 15 metros y una potencia de 14 x 333W = 4662 W será:

$$\% \Delta V = \frac{2 \cdot 15 \cdot 4662}{44 \cdot 4 \cdot 382,9^2} \cdot 100 = 0,542 \%$$

Circuito Reguladores - Cuadro de distribución del campo FV:

Se calculan los dos tipos diferentes de subcampos:

Subcampo A: La caída de tensión para una longitud de 1 metro será:

$$\% \Delta V = \frac{2 \cdot 1 \cdot 3996}{44 \cdot 35 \cdot 48^2} \cdot 100 = 0,225 \%$$

Subcampo B: La caída de tensión para una longitud de 1 metro será:

$$\% \Delta V = \frac{2 \cdot 1 \cdot 4662}{44 \cdot 35 \cdot 48^2} \cdot 100 = 0,262 \%$$

Circuito Cuadro de distribución del campo FV - Acumulador:

La caída de tensión para una longitud de 2 metros será:

$$\% \Delta V = \frac{2 \cdot 2 \cdot 16650}{44 \cdot 150 \cdot 48^2} \cdot 100 = 0,437 \%$$

Circuito Acumulador - Inversores:

La caída de tensión para una longitud de 2 metros será:

$$P_{\text{línea}} = \frac{P_{\text{demandada}}}{\eta_{\text{inv}}} = \frac{1800}{0,96} = 1875 \text{ W}$$
$$\% \Delta V = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1875}{44 \cdot 10 \cdot 48^2} \cdot 100 = 0,74 \%$$

Circuito Grupo electrógeno - Inversores:

La caída de tensión para una longitud de 5 metros será:

$$\% \Delta V_{\text{trifásica}} = \frac{5 \cdot 6500}{44 \cdot 2,5 \cdot 400^2} \cdot 100 = 0,18 \%$$

Caída de tensión total:

$$\Delta V_{\text{Total}} = \Delta V_{\text{Panel-Regulador}} + \Delta V_{\text{Regulador-Acumulador}} + \Delta V_{\text{Acumulador-Inversor}}$$

Subcampo A:

$$\% \Delta V_{\text{Total}} = 0,885 + 0,662 + 0,74 = 2,287 \% < 3 \%$$

Subcampo B:

$$\% \Delta V_{\text{Total}} = 0,802 + 0,699 + 0,74 = 2,241 \% < 3 \%$$

1.9. PROTECCIONES

Cuadro de distribución del subcampo FV:

Los magnetotérmicos bipolares de 10 A seleccionados para la protección y desconexión de cada cadena cumplen las condiciones frente a sobrecargas y cortocircuitos.

$$V_{empleo\ CC} > 1,2 \cdot V_{oc} \rightarrow 800\ V > 548,5\ V$$

$$I_b \leq I_n \leq \begin{cases} I_z = 33,6\ A \\ I_{inversa} = 16,2\ A \end{cases} \rightarrow 8,075 \leq 10 \leq 16,2\ A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$Poder\ de\ Corte > (8 - 1) \cdot 1,25 \cdot 6,46 \rightarrow 5\ kA > 56,5\ A$$

$$(I^2t)_{disp} < (K^2S^2)_{adm} \rightarrow t < \frac{143^2 \cdot 2,5^2}{56,5^2} = 40\ seg$$

I_b = Corriente de diseño

I_n = Corriente nominal o de regulación

I_z = Corriente admisible por el cable

I^2t = Energía limitada por el interruptor automático s/curva de limitación térmica

K^2S^2 = Energía térmica máxima permitida del conductor en función de su material, aislamiento y sección

Cuadro de distribución del campo FV:

Los magnetotérmicos bipolares de 125 A seleccionados para la protección y desconexión de cada subcampo cumplen las condiciones frente a sobrecargas y cortocircuitos.

$$V_{empleo\ CC} > V_{sist} \rightarrow 500\ V > 48\ V$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 100 \leq 125 \leq 130,5\ A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$Poder\ de\ Corte > 100 + 100 + 100 + I_{k\ baterias} \rightarrow 50\ kA > 37\ kA$$

$$(I^2t)_{disp} < (K^2S^2)_{adm} \rightarrow t < \frac{143^2 \cdot 35^2}{37000^2} = 0,018\ seg\ (corte\ instantáneo)$$

$$\rightarrow (90\ kA^2s)_{disp} < (25.050\ kA^2s)_{adm}$$

I_k = Corriente de cortocircuito de las baterías $18,36 \times 2 = 36,72\ kA$

Entrada del acumulador:

El interruptor automático tetrapolar de 500 A seleccionado para la protección de las baterías y del campo FV cumple las condiciones frente a sobrecargas y cortocircuitos.

$$V_{empleo\ CC} > V_{sist} \rightarrow 750\ V > 48\ V$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 400 \leq 420 \leq 438\ A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$Poder\ de\ Corte > I_k\ baterías \rightarrow 50\ kA > 36,72\ kA$$

$$(I^2t)_{disp} < (K^2S^2)_{adm} \rightarrow t < \frac{143^2 \cdot 150^2}{36720^2} = 0,34\ seg$$

Cuadro de distribución salida de baterías:

Los magnetotérmicos bipolares de 50 A seleccionados para la protección de cada inversor cumplen las condiciones frente a sobrecargas y cortocircuitos.

$$V_{empleo\ CC} > V_{sist} \rightarrow 250\ V > 48\ V$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 39,1 \leq 50 \leq 65,6\ A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$Poder\ de\ Corte > 400 + I_k\ baterías \rightarrow 50\ kA > 37,12\ kA$$

$$(I^2t)_{disp} < (K^2S^2)_{adm} \rightarrow t < \frac{143^2 \cdot 10^2}{37120^2} = 0,00148\ seg\ (corte\ instantáneo)$$

$$\rightarrow (100\ kA^2s)_{disp} < (2.045\ kA^2s)_{adm}$$

Cuadro de salida:

El interruptor-seccionador tetrapolar de 20 A seleccionado para aislar la instalación FV de la red de alumbrado público cumplen las condiciones.

$$V_{empleo\ AC} > V_{trif} \rightarrow 500\ V > 400\ V$$

$$I_n > I_b \rightarrow 20 > 8,66\ A$$

1.10. PUESTA A TIERRA

Las masas de las estructuras soporte, marcos metálicos de los paneles, reguladores, inversores y grupo electrógeno estarán conectadas a la toma de tierra del usuario de la nave industrial. Los conductores de protección de las estructuras soporte y marcos metálicos de los paneles tendrán una sección de $2,5 \text{ mm}^2$. Los conductores de protección del cuadro de distribución del subcampo FV al cuadro de distribución del campo FV serán de 16 mm^2 . El conductor de protección del cuadro de distribución del campo FV a la unión con la línea principal de tierra de la nave industrial será de 95 mm^2 . El conductor de protección del grupo electrógeno será de $2,5 \text{ mm}^2$.

Los conductores de protección que unen los neutros de los inversores y del grupo electrógeno con el electrodo de la tierra de servicio serán de 6 mm^2 de sección.

Según recomendación de UNESA, la resistencia máxima de la puesta a tierra del neutro para que un defecto a tierra en la instalación de alumbrado público, protegida contra contactos indirectos por un diferencial de sensibilidad 300 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 V será:

$$R_{t \text{ neutro}} \leq \frac{V_{max}}{I_d} = \frac{24}{0,3} = 80 \, \Omega$$

El valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra para una resistividad del terreno de $200 \, \Omega \cdot \text{m}$ será:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{80}{200} = 0,4 \, \frac{\Omega}{\Omega \cdot \text{m}}$$

Mediante la instalación de 2 picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud en hilera unidas por un conductor desnudo de 50 mm^2 , enterradas a una profundidad de 0,5 metros y separadas 3 metros entre sí se consigue una resistencia de la puesta a tierra del neutro de:

$$R'_t = \rho \cdot K'_r = 200 \cdot 0,201 = 40,2 \leq 80 \Omega$$

Debido a la sensibilidad de los diferenciales de 300 mA de la instalación de la nave industrial, las tensiones inducidas en la puesta a tierra del neutro y de las masas de utilización son despreciables:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi V} = \frac{200 \cdot 0,3}{2\pi 1200} = 7,95 \cdot 10^{-3} m$$

1.11. TABLAS Y RESULTADOS DE CÁLCULOS

Circuitos	I _n	I _z	Máxima c.d.t.	Cable
Paneles - Cuadro subcampo	6,09 A	33,6 A	0,885 %	2(1x2,5) + TTx2,5mm ²
Cuadro subcampo - Regulador	12,18 A	25,2 A		2(1x4) + TTx16mm ²
Regulador - Cuadro campo	97,1 A	130,5 A	0,699 %	2(1x35) + TTx16mm ²
Cuadro campo - Acumulador	346,87 A	438 A		2(1x150) + TTx95mm ²
Acumulador - Inversor	39,1 A	65,6 A	0,74 %	2(1x10) + TTx95mm ²
Grupo electrógeno - Inversor	9,4 A	27,2 A	0,18 %	4(1x2,5) + TTx2,5mm ²

2. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación será menor o igual que 3%.

El Doctor Ingeniero Industrial D. César Dáder confeccionó un programa de cálculo que se comercializó junto con el libro "Instalaciones Eléctricas de Alumbrado Público". Este procedimiento de cálculo tiene en cuenta que un sistema alimentado por tres fases y neutro, derivando las lámparas de alumbrado alternativamente entre una fase y el neutro, no constituye un sistema trifásico equilibrado. Salvo aquellos tramos (uno de cada tres), en que el número de lámparas alimentado por cada una de las fases es el mismo, necesariamente por el neutro tiene que circular la intensidad correspondiente a una lámpara, lo que hace que la caída de tensión real sea superior a la que se

obtiene calculando el circuito como trifásico equilibrado, en cuyo caso no circularía corriente por el neutro. Estas pérdidas por el desequilibrio de fases se incluyen en el factor de corrección de 1,8 que no se aplica aquí por ser nuestras luminarias de tipo LED.

El método consiste en aplicar la ecuación a la fase más desfavorable de la instalación con las lámparas correspondientes conectadas entre dicha fase y neutro a una tensión de 230 V, pero se considerará que la intensidad que circula por cada tramo es la que corresponde al número de lámparas reales más 2/3 de la intensidad de una lámpara, lo que nos lleva a introducir en los cálculos, en cada caso, un número ficticio de lámparas igual al real más 2/3 de lámpara, para compensar así, a los efectos del cálculo de la caída de tensión, la corriente que circula por el neutro.

Fórmulas utilizadas:

Criterio de la caída de tensión.

$$e(\%) = \frac{\sum P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot [R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi] = k \sum P \cdot L$$

$e(\%)$ = Caída de tensión en %

P = Potencia de cada tramo en kW

L = Longitud de cada tramo en Km

U = Tensión de los receptores en kV (230 V)

R = Resistencia del conductor en Ω/Km ($R = 3,08 \Omega/\text{Km}$ para $S = 6 \text{ mm}^2$)

X = Reactancia del conductor en Ω/Km ($X = 0,13 \Omega/\text{Km}$)

φ = ángulo para un factor de potencia de 0,9

k = Coeficiente para cada conductor y factor de potencia ($k = 5,9413$)

Criterio de calentamiento.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

2.1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA

Centro de Mando 1 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 1 Salida 2: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 2 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 2 Salida 2: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 3 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 3 Salida 2: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 4 Salida 1: 30 puntos de luz de 90 W	2700 W
Centro de Mando 4 Salida 2: 29 puntos de luz de 90 W	2610 W
Potencia total instalada	21.510 W

2.1.2. CÁLCULO DE LÍNEAS Y CIRCUITOS

2.1.2.1. INTENSIDADES

Como todos los circuitos de salida tienen prácticamente la misma potencia de cálculo y una instalación tipo:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{2700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 4,33A$$

La sección mínima para redes de alumbrado público es de 6 mm² cuya intensidad máxima admisible para cables unipolares con conductores de cobre y aislamiento XLPE en instalación enterrada entubada es de 58 A.

$$S \Rightarrow 6 \text{ mm}^2 = 58A > 4,33A$$

Por tanto para el criterio de calentamiento la sección de 6 mm² es válida.

Para la acometida, cada centro de mando dispone de dos salidas:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{5400}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 8,66A$$

Por tanto para la acometida la sección de 6 mm² también es válida.

2.1.2.2. CAÍDAS DE TENSIÓN

Se presenta en las siguientes páginas los resultados obtenidos para los distintos circuitos de salida:

Centro de Mando 1 Salida 1:

RESUMEN DE CIRCUITOS FASE DE CALCULO							
	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	T Nº	Nº 5	Nº 6
Nº puntos 1	30						
Pot. lamp.	90						

CIRCUITO Nº 1										
Punto	Tramo	Longitud m	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
30			1		T					
29	29-30	19,4			S	1	0			
28	28-29	24			R	1	0			
27	27-28	24	1		T	1	0			
26	26-27	24			S	2	0			
25	25-26	24			R	2	0			
24	24-25	24	1		T	2	0			
23	23-24	24			S	3	0			
22	22-23	13,3			R	3	0			
21	21-22	39,3	1		T	3	0			
20	20-21	24			S	4	0			
19	19-20	24			R	4	0			
18	18-19	24	1		T	4	0			
17	17-18	24			S	5	0			
16	16-17	24			R	5	0			
15	15-16	24	1		T	5	0			
14	14-15	24			S	6	0			
13	13-14	24			R	6	0			
12	12-13	24	1		T	6	0			
11	11-12	24			S	7	0			
10	10-11	24			R	7	0			
9	9-10	24	1		T	7	0			
8	8-9	17,9			S	8	0			
7	7-8	10,7			R	8	0			
6	6-7	20,2	1		T	8	0			
5	5-6	24			S	9	0			
4	4-5	24			R	9	0			
3	3-4	24	1		T	9	0			
2	2-3	24			S	10	0			
1	1-2	24			R	10	0			
0	0-1	29,2				10	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0,9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 90 W
DISTRIBUCION Subterránea Lámparas tipo 2.- Potenc. W
Corrección desequilibrio fases Si

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS		DE CALCULO		POTENCIA		Momento elect.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		REALES tipo 1	Tipo 2	tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW	kW x km. Tramo	Acum.			En tram.	Acum.
0													
A	77,2	10		10,667	0,000	0,960	0,960	0,074	0,074	6	5,9413	0,4403	0,4403
B	72	9		9,667	0,000	0,870	0,870	0,063	0,137			0,3722	0,8125
C	48,8	8		8,667	0,000	0,780	0,780	0,038	0,175			0,2262	1,0386
D	72	7		7,667	0,000	0,690	0,690	0,050	0,224			0,2952	1,3338
E	72	6		6,667	0,000	0,600	0,600	0,043	0,268			0,2567	1,5905
F	72	5		5,667	0,000	0,510	0,510	0,037	0,304			0,2182	1,8086
G	72	4		4,667	0,000	0,420	0,420	0,030	0,335			0,1797	1,9883
H	76,6	3		3,667	0,000	0,330	0,330	0,025	0,360			0,1502	2,1385
I	72	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,017	0,377			0,1027	2,2412
J	67,4	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,010	0,387			0,0601	2,3012
				0,000	0,000								
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%) 2,3012
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%) 2,3012

Centro de Mando 1 Salida 2:

RESUMEN DE CIRCUITOS

FASE DE CALCULO

S

	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº	Nº 5	Nº 6
Nº puntos 1	29	1					
Pot. lamp.	90	90					

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud m	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
29			1		S					
28	28-29	24			R	1	0			
27	27-28	24			T	1	0			
26	26-27	17,8	1		S	1	0			
25	25-26	18,2			R	2	0			
24	24-25	24			T	2	0			
23	23-24	24	1		S	2	0			
22	22-23	24			R	3	0			
21	21-22	24			T	3	0			
20	20-21	24	1		S	3	0			
19	19-20	24			R	4	0			
18	18-19	24			T	4	0	C-2		
17	17-18	24	1		S	4	0			
16	16-17	24			R	5	0			
15	15-16	24			T	5	0			
14	14-15	24	1		S	5	0			
13	13-14	24			R	6	0			
12	12-13	24			T	6	0			
11	11-12	24	1		S	6	0			
10	10-11	24			R	7	0			
9	9-10	24			T	7	0			
8	8-9	24	1		S	7	0			
7	7-8	24			R	8	0			
6	6-7	24			T	8	0			
5	5-6	24	1		S	8	0			
4	4-5	24			R	9	0			
3	3-4	21,1			T	9	0			
2	2-3	17,5	1		S	9	0			
1	1-2	9			R	10	0			
0	0-1	8,5				10	0			

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud m	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
1					T					
0	0-1	24				0	0			

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : **0,9** Lámparas tipo 1.- Potenc. **90** W

DISTRIBUCION **Subterranea** Lámparas tipo 2.- Potenc. W

Corrección desequilibrio fases **Si**

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS		POTENCIA		Momento elect.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		REALES tipo 1	Tipo 2	DE CALCULO tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW			En tram.	Acum.
0											
A	17,5	10		10,667	0,000	0,960	0,960	0,017	0,017	0,0998	0,0998
B	62,6	9		9,667	0,000	0,870	0,870	0,054	0,071	0,3236	0,4234
C	72	8		8,667	0,000	0,780	0,780	0,056	0,127	0,3337	0,7571
D	72	7		7,667	0,000	0,690	0,690	0,050	0,177	0,2952	1,0522
E	72	6		6,667	0,000	0,600	0,600	0,043	0,220	0,2567	1,3089
F	72	5		5,667	0,000	0,510	0,510	0,037	0,257	0,2182	1,5271
G	72	4		4,667	0,000	0,420	0,420	0,030	0,287	0,1797	1,7067
H	72	3		3,667	0,000	0,330	0,330	0,024	0,311	0,1412	1,8479
I	66,2	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,016	0,327	0,0944	1,9423
J	65,8	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,010	0,337	0,0586	2,0009
				0,000	0,000						
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%) **2,0009**

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%) **2,0009**

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Centro de Mando 2 Salida 1:

**RESUMEN DE CIRCUITOS
FASE DE CALCULO**

	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº5	Nº 6	Nº 7
Nº puntos 1	24	2	4				
Pot. lamp.	90	90	90				

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
24			1		T					
23	23-24	29,3			S	1	0			
22	22-23	24			R	1	0			
21	21-22	24	1		T	1	0			
20	20-21	24			S	2	0			
19	19-20	24			R	2	0			
18	18-19	24	1		T	2	0			
17	17-18	24			S	3	0			
16	16-17	24			R	3	0	C-3	2	
15	15-16	13,4	1		T	5	0			
14	14-15	11,5			S	6	0	C-2		
13	13-14	24			R	6	0			
12	12-13	24	1		T	6	0			
11	11-12	16			S	7	0			
10	10-11	40			R	7	0			
9	9-10	24	1		T	7	0			
8	8-9	24			S	8	0			
7	7-8	24			R	8	0			
6	6-7	24	1		T	8	0			
5	5-6	24			S	9	0			
4	4-5	24			R	9	0			
3	3-4	24	1		T	9	0			
2	2-3	18			S	10	0			
1	1-2	10,7			R	10	0			
0	0-1	5,8				10	0			

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
2					S					
1	1-2	24			R	0	0			
0	0-1	27,8				0	0			

CIRCUITO Nº 3

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
4			1		T					
3	3-4	24			S	1	0			
2	2-3	24			R	1	0			
1	1-2	10,1	1		T	1	0			
0	0-1	26,7				2	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0,9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 90 W

DISTRIBUCION Subterranea Lámparas tipo 2.- Potenc. W

Corrección desequilibrio fases Si

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS		POTENCIA		Momento elect.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		REALES tipo 1	Tipo 2	DE CALCULO tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW			En tram.	Acum.
0											
A	34,5	10		10,667	0,000	0,960	0,960	0,033	0,033	6	5,9413
B	72	9		9,667	0,000	0,870	0,870	0,063	0,096		
C	72	8		8,667	0,000	0,780	0,780	0,056	0,152		
D	80	7		7,667	0,000	0,690	0,690	0,055	0,207		
E	60	6		6,667	0,000	0,600	0,600	0,036	0,243		
F	14	5		5,667	0,000	0,510	0,510	0,007	0,250		
G	48	3		3,667	0,000	0,330	0,330	0,016	0,266		
H	72	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,017	0,283		
I	77,3	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,012	0,295		
				0,000	0,000						
				0,000	0,000						
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%)

1,7525

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%)

1,7525

PARTE II

F											1,4869
J	26,7	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,006	0,006	6	5,9413
K	58,1	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,009	0,015		
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE II (%)

0,0899

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE II (%)

1,5767

Centro de Mando 2 Salida 2:

RESUMEN DE CIRCUITOS

FASE DE CALCULO

T

	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº5	Nº 6	Nº 7
Nº puntos 1	15	12	1	2			
Pot. lamp.	90	90	90	90			

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
15			1		T					
14	14-15	20			S	1	0			
13	13-14	24			R	1	0			
12	12-13	24	1		T	1	0			
11	11-12	24			S	2	0			
10	10-11	24			R	2	0	C-2-3-4	5	
9	9-10	24	1		T	7	0			
8	8-9	24			S	8	0			
7	7-8	24			R	8	0			
6	6-7	24	1		T	8	0			
5	5-6	24			S	9	0			
4	4-5	24			R	9	0			
3	3-4	24	1		T	9	0			
2	2-3	24			S	10	0			
1	1-2	24			R	10	0			
0	0-1	21				10	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
12			1		T					
11	11-12	24			S	1	0	C-4	1	
10	10-11	24			R	1	0			
9	9-10	12,2	1		T	2	0			
8	8-9	13,3			S	3	0			
7	7-8	24			R	3	0			
6	6-7	24	1		T	3	0	C-3		
5	5-6	24			S	4	0			
4	4-5	24			R	4	0			
3	3-4	24	1		T	4	0			
2	2-3	24			S	5	0			
1	1-2	24			R	5	0			
0	0-1	30				5	0			

CIRCUITO Nº 3

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
1					R					
0	0-1	30				0	0			

CIRCUITO Nº 4

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
2			1		T					
1	1-2	24			S	1	0			
0	0-1	27				1	0			

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0,9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 90 W
DISTRIBUCION Subterránea Lámparas tipo 2.- Potenc. W
Corrección desequilibrio fases Si

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS REALES		DE CALCULO		POTENCIA		Momento elect.		Cond. adop.	Coef.	Caída de tens. %	
		tipo 1	Tipo 2	tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW	kW x km. Tramo	Acum.	mm2		En tram.	Acum.
0													
A	69	10		10,667	0,000	0,960	0,960	0,066	0,066	6	5,9413	0,3936	0,3936
B	72	9		9,667	0,000	0,870	0,870	0,063	0,129			0,3722	0,7657
C	72	8		8,667	0,000	0,780	0,780	0,056	0,185			0,3337	1,0994
D	24	7		7,667	0,000	0,690	0,690	0,017	0,202			0,0984	1,1978
E	48	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,012	0,213			0,0684	1,2662
F	68	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,010	0,223			0,0606	1,3268
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%) 1,3268
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%) 1,3268

PARTE II

D													1,1978
G	78	5		5,667	0,000	0,510	0,510	0,040	0,040	6	5,9413	0,2363	1,4341
H	72	4		4,667	0,000	0,420	0,420	0,030	0,070			0,1797	1,6138
I	61,3	3		3,667	0,000	0,330	0,330	0,020	0,090			0,1202	1,7340
J	12,2	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,003	0,093			0,0174	1,7514
K	48	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,007	0,100			0,0428	1,7941
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE II (%) 0,5964
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE II (%) 1,7941

PARTE III

J													1,7514
L	51	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,008	0,008	6	5,9413	0,0455	1,7968
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE III (%) 0,0455
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE III (%) 1,7968

Centro de Mando 3 Salida 1:

RESUMEN DE CIRCUITOS

FASE DE CALCULO

R

	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº5	Nº 6	Nº 7
Nº puntos 1	13	10	1	5	1		
Pot. lamp.	90	90	90	90	90		

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
13			1		R					
12	12-13	25			T	1	0	C-3		
11	11-12	32,3			S	1	0			
10	10-11	24	1		R	1	0			
9	9-10	24			T	2	0	C-2-4-5	5	
8	8-9	24			S	7	0			
7	7-8	24	1		R	7	0			
6	6-7	24			T	8	0			
5	5-6	24			S	8	0			
4	4-5	24	1		R	8	0			
3	3-4	24			T	9	0			
2	2-3	24			S	9	0			
1	1-2	18,7	1		R	9	0			
0	0-1	4,5				10	0			

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
10			1		R					
9	9-10	24			T	1	0	C-5		
8	8-9	24			S	1	0			
7	7-8	24	1		R	1	0			
6	6-7	24			T	2	0			
5	5-6	17,5			S	2	0			
4	4-5	9	1		R	2	0			
3	3-4	24			T	3	0			
2	2-3	24			S	3	0	C-4	1	
1	1-2	17,3	1		R	4	0			
0	0-1	30,4				5	0			

CIRCUITO Nº 3

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
1					S					
0	0-1	22				0	0			

CIRCUITO Nº 4

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
5					T					
4	4-5	24			S	0	0			
3	3-4	24	1		R	0	0			
2	2-3	24			T	1	0			
1	1-2	13,5			S	1	0			
0	0-1	27,2				1	0			

CIRCUITO Nº 5

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
1					T					
0	0-1	30				0	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0,9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 90 W
DISTRIBUCION Subterránea Lámparas tipo 2.- Potenc. W
Corrección desequilibrio fases Si

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS		DE CALCULO		POTENCIA		Momento elect.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		REALES tipo 1	Tipo 2	tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW	kW x km. Tramo	Acum.			En tram.	Acum.
0													
A	4,5	10		10,667	0,000	0,960	0,960	0,004	0,004	6	5,9413	0,0257	0,0257
B	66,7	9		9,667	0,000	0,870	0,870	0,058	0,062			0,3448	0,3704
C	72	8		8,667	0,000	0,780	0,780	0,056	0,119			0,3337	0,7041
D	48	7		7,667	0,000	0,690	0,690	0,033	0,152			0,1968	0,9009
E	24	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,006	0,157			0,0342	0,9351
F	81,3	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,012	0,170			0,0725	1,0076
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%)

1,0076

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%)

1,0076

PARTE II

D													0,9009
G	30,4	5		5,667	0,000	0,510	0,510	0,016	0,016	6	5,9413	0,0921	0,9930
H	17,3	4		4,667	0,000	0,420	0,420	0,007	0,023			0,0432	1,0362
I	48	3		3,667	0,000	0,330	0,330	0,016	0,039			0,0941	1,1303
J	50,5	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,012	0,051			0,0720	1,2023
K	72	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,011	0,062			0,0642	1,2664
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE II (%)

0,3656

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE II (%)

1,2664

PARTE III

H													1,0362
L	65	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,010	0,010	6	5,9413	0,0579	1,0941
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE III (%)

0,0579

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE III (%)

1,0941

Centro de Mando 3 Salida 2:

RESUMEN DE CIRCUITOS

FASE DE CALCULO

S

	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº5	Nº 6	Nº 7
Nº puntos 1	17	12	1				
Pot. lamp.	90	90	90				

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
17			1		S					
16	16-17	24			R	1	0	C-2-3	4	
15	15-16	24			T	1	0			
14	14-15	24	1		S	5	0			
13	13-14	24			R	6	0			
12	12-13	24			T	6	0			
11	11-12	24	1		S	6	0			
10	10-11	24			R	7	0			
9	9-10	24			T	7	0			
8	8-9	24	1		S	7	0			
7	7-8	24			R	8	0			
6	6-7	18			T	8	0			
5	5-6	11	1		S	8	0			
4	4-5	24			R	9	0			
3	3-4	24			T	9	0			
2	2-3	24	1		S	9	0			
1	1-2	24			R	10	0			
0	0-1	8,1				10	0			

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
12			1		S					
11	11-12	8			R	1	0	C-3		
10	10-11	24			T	1	0			
9	9-10	24	1		S	1	0			
8	8-9	24			R	2	0			
7	7-8	24			T	2	0			
6	6-7	24	1		S	2	0			
5	5-6	11			R	3	0			
4	4-5	24			T	3	0			
3	3-4	24	1		S	3	0			
2	2-3	24			R	4	0			
1	1-2	24			T	4	0			
0	0-1	28				4	0			

CIRCUITO Nº 3

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
1					T					
0	0-1	30				0	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : **0,9** Lámparas tipo 1.- Potenc. **90** W
 DISTRIBUCION **Subterránea** Lámparas tipo 2.- Potenc. **W**
 Corrección desequilibrio fases **Si**

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS		POTENCIA		Momento elect.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		REALES tipo 1	Tipo 2	DE CALCULO tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW			En tram.	Acum.
0											
A	32,1	10		10,667	0,000	0,960	0,960	6	5,9413	0,1831	0,1831
B	72	9		9,667	0,000	0,870	0,870			0,3722	0,5553
C	53	8		8,667	0,000	0,780	0,780			0,2456	0,8009
D	72	7		7,667	0,000	0,690	0,690			0,2952	1,0960
E	72	6		6,667	0,000	0,600	0,600			0,2567	1,3527
F	24	5		5,667	0,000	0,510	0,510			0,0727	1,4254
G	48	1		1,667	0,000	0,150	0,150			0,0428	1,4682
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%)

1,4682

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%)

1,4682

PARTE II

F											1,4254
H	76	4		4,667	0,000	0,420	0,420	6	5,9413	0,1896	1,6151
I	59	3		3,667	0,000	0,330	0,330			0,1157	1,7307
J	72	2		2,667	0,000	0,240	0,240			0,1027	1,8334
K	56	1		1,667	0,000	0,150	0,150			0,0499	1,8833
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE II (%)

0,4579

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE II (%)

1,8833

Centro de Mando 4 Salida 1:

RESUMEN DE CIRCUITOS

FASE DE CALCULO

S

	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº5	Nº 6	Nº 7
Nº puntos 1	14	3	3	6	3	1	
Pot. lamp.	90	90	90	90	90	90	

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
14			1		S					
13	13-14	19			R	1	0	C-6		
12	12-13	24			T	1	0			
11	11-12	24	1		S	1	0			
10	10-11	24			R	2	0			
9	9-10	24			T	2	0			
8	8-9	24	1		S	2	0			
7	7-8	24			R	3	0			
6	6-7	24			T	3	0			
5	5-6	24	1		S	3	0	C-5	1	
4	4-5	26,7			R	5	0	C-4	2	
3	3-4	26,7			T	7	0	C-3	1	
2	2-3	15,5	1		S	8	0			
1	1-2	115			R	9	0	C-2	1	
0	0-1	11				10	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
3			1		S					
2	2-3	24			R	1	0			
1	1-2	24			T	1	0			
0	0-1	10				1	0			

CIRCUITO Nº 3

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
3			1		S					
2	2-3	12			R	1	0			
1	1-2	24			T	1	0			
0	0-1	24				1	0			

CIRCUITO Nº 4

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
6			1		S					
5	5-6	16			R	1	0			
4	4-5	16			T	1	0			
3	3-4	16	1		S	1	0			
2	2-3	16			R	2	0			
1	1-2	16			T	2	0			
0	0-1	18				2	0			

CIRCUITO Nº 5

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
3			1		S					
2	2-3	13			R	1	0			
1	1-2	24			T	1	0			
0	0-1	24				1	0			

CIRCUITO Nº 6

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
1					T					
0	0-1	24				0	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0,9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 90 W
DISTRIBUCION Subterránea Lámparas tipo 2.- Potenc. W
Corrección desequilibrio fases Si

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS REALES		DE CALCULO		POTENCIA		Momento elect. kW x km.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		tipo 1	Tipo 2	tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW	Tramo	Acum.			En tram.	Acum.
0													
A	11	10		10,667	0,000	0,960	0,960	0,011	0,011	6	5,9413	0,0627	0,0627
B	115	9		9,667	0,000	0,870	0,870	0,100	0,111			0,5944	0,6572
C	15,5	8		8,667	0,000	0,780	0,780	0,012	0,123			0,0718	0,7290
D	26,7	7		7,667	0,000	0,690	0,690	0,018	0,141			0,1095	0,8385
E	26,7	5		5,667	0,000	0,510	0,510	0,014	0,155			0,0809	0,9194
F	72	3		3,667	0,000	0,330	0,330	0,024	0,179			0,1412	1,0605
G	72	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,017	0,196			0,1027	1,1632
H	67	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,010	0,206			0,0597	1,2229
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%) 1,2229
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%) 1,2229

PARTE II

A													
I	58	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,009	0,009	6	5,9413	0,0517	0,1144
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE II (%) 0,0517
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE II (%) 0,1144

PARTE III

C													
J	60	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,009	0,009	6	5,9413	0,0535	0,7290
				0,000	0,000							0,0535	0,7825

CAIDA DE TENSION EN PARTE III (%) 0,0535
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE III (%) 0,7825

PARTE IV

Punto	Long. tramo m,	Nº LUMINARIAS REALES		DE CALCULO		POTENCIA		Momento elect. kW x km.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		tipo 1	Tipo 2	tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW	Tramo	Acum.			En tram.	Acum.
D													0,8385
K	50	2		2,667	0,000	0,240	0,240	0,012	0,012	6	5,9413	0,0713	0,9098
L	48	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,007	0,019			0,0428	0,9525
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE IV (%) 0,1141
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE IV (%) 0,9525

PARTE V

E													0,9194
M	61	1		1,667	0,000	0,150	0,150	0,009	0,009	6	5,9413	0,0544	0,9737
				0,000	0,000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE V (%) 0,0544
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE V (%) 0,9737

Centro de Mando 4 Salida 2:

RESUMEN DE CIRCUITOS

FASE DE CALCULO

S

	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7
Nº puntos 1	13	13	3				
Pot. lamp.	90	90	90				

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
13					R					
12	12-13	36,2			T	0	0			
11	11-12	35,2	1		S	0	0			
10	10-11	55,4			R	1	0			
9	9-10	30			T	1	0			
8	8-9	28	1		S	1	0			
7	7-8	17			R	2	0			
6	6-7	30			T	2	0			
5	5-6	30	1		S	2	0	C-2-3	6	
4	4-5	32,2			R	9	0			
3	3-4	24			T	9	0			
2	2-3	24	1		S	9	0			
1	1-2	24			R	10	0			
0	0-1	34				10	0			

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
13			1		S					
12	12-13	24			R	1	0			
11	11-12	24			T	1	0			
10	10-11	24	1		S	1	0			
9	9-10	24			R	2	0			
8	8-9	24			T	2	0			
7	7-8	24	1		S	2	0			
6	6-7	24			R	3	0			
5	5-6	24			T	3	0			
4	4-5	28	1		S	3	0			
3	3-4	24			R	4	0			
2	2-3	30			T	4	0			
1	1-2	30	1		S	4	0	C-3	1	
0	0-1	29				6	0			

CIRCUITO Nº 3

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparas Tramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
3			1		S					
2	2-3	24			R	1	0			
1	1-2	20			T	1	0			
0	0-1	20				1	0			

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

ANEXO Nº 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0,9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 90 W
DISTRIBUCION Subterránea Lámparas tipo 2.- Potenc. W
Corrección desequilibrio fases Si

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS		POTENCIA		Momento elect.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		REALES tipo 1	Tipo 2	DE CALCULO tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW			En tram.	Acum.
0											
A	58	10		10,667	0,000	0,960	0,960	6	5,9413	0,3308	0,3308
B	80,2	9		9,667	0,000	0,870	0,870			0,4146	0,7454
C	77	2		2,667	0,000	0,240	0,240			0,1098	0,8552
D	113,4	1		1,667	0,000	0,150	0,150			0,1011	0,9562
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%) 0,9562
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%) 0,9562

PARTE II

B											0,7454
E	29	6		6,667	0,000	0,600	0,600	6	5,9413	0,1034	0,8487
F	84	4		4,667	0,000	0,420	0,420			0,2096	1,0584
G	76	3		3,667	0,000	0,330	0,330			0,1490	1,2074
H	72	2		2,667	0,000	0,240	0,240			0,1027	1,3100
I	72	1		1,667	0,000	0,150	0,150			0,0642	1,3742
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE II (%) 0,6288
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE II (%) 1,3742

PARTE III

E											0,8487
J	64	1		1,667	0,000	0,150	0,150	6	5,9413	0,0570	0,9058
				0,000	0,000						

CAIDA DE TENSION EN PARTE III (%) 0,0570
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE III (%) 0,9058

Acometida:

Para un cable trifásico de 6 mm² de sección y 20 metros de longitud.

$$e(\%) = \frac{\sum P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot [R + X \cdot tg \varphi] = \frac{5,4 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 0,4^2} [3,08 + 0,13 \cdot tg \varphi] = 0,212\%$$

2.1.3. CÁLCULO DE PROTECCIONES

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se toma el cortocircuito trifásico como el más desfavorable. Se calcula la corriente de cortocircuito mínima debido a la impedancia que aporta la longitud de los cables. Se realiza la comprobación de la resistencia térmica del conductor en condiciones de cortocircuito debido a las secciones pequeñas. La reactancia de red se hace cero al ser la fuente de alimentación una instalación fotovoltaica.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima existen 20 metros de acometida hasta las protecciones de cabecera de las líneas:

$$Z_{cc} = R + Xj = 3,08 \cdot 20 \cdot 10^{-3} + 0,13 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,0616 + 2,6 \cdot 10^{-3}j \Omega$$

$$I_{cc_{max}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,06165} = 3,746 \text{ kA}$$

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito mínima existen 20 metros de acometida más 700 metros hasta el receptor más alejado de la instalación, con una caída de tensión anteriormente calculada de 2,3012 %, por tanto:

$$Z_{cc} = R + Xj = 3,08 \cdot 720 \cdot 10^{-3} + 0,13 \cdot 720 \cdot 10^{-3} = 2,217 + 0,0936j \Omega$$

$$I_{cc_{min}} = \frac{U_n - \Delta U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{400 - 9,2}{\sqrt{3} \cdot 2,2189} = 101,7 \text{ A}$$

Los magnetotérmicos 1P-6A seleccionados para la protección de los circuitos de salida cumplen las condiciones frente a sobrecargas y cortocircuitos.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 4,33 \leq 6 \leq 58 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$Poder \text{ de Corte} > I_{cc_{max}} \rightarrow 6 \text{ kA} > 3,746 \text{ kA}$$

$$I_{cc_{min}} > I_a \rightarrow 101,7 \text{ A} > 30 \text{ A}$$

$$(I^2t)_{disp} < (K^2S^2)_{adm} \rightarrow t < \frac{143^2 \cdot 6^2}{3746^2} = 0,052 \text{ seg (corte instantáneo)}$$

$$\rightarrow (4 \text{ kA}^2\text{s})_{disp} < (736,164 \text{ kA}^2\text{s})_{adm}$$

El interruptor magnetotérmico 4P-16A seleccionado para la protección general cumple las condiciones frente a sobrecargas y cortocircuitos.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 8,66 \leq 16 \leq 58 A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$Poder de Corte > I_{cc_{max}} \rightarrow 6 kA > 3,746 kA$$

$$I_{cc_{min}} > I_a \rightarrow 101,7 A > 80 A$$

$$(I^2 t)_{disp} < (K^2 S^2)_{adm} \text{ igual que antes}$$

Se cumple la selectividad en los interruptores automáticos ya que:

$$I_{n1} > I_{n2} \rightarrow 16 A > 6 A$$

$$\frac{I_{a1}}{I_{a2}} > 1,5 \rightarrow \frac{80}{30} = 2,6 > 1,5$$

I_b = Corriente de diseño

I_n = Corriente nominal o de regulación

I_z = Corriente admisible por el cable

I_a = Corriente de regulación magnético

$I^2 t$ = Energía limitada por el interruptor automático s/curva de limitación térmica

$K^2 S^2$ = Energía térmica máxima permitida del conductor en función de su material, aislamiento y sección

2.1.4. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

Para la puesta a tierra se utilizan picas de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. La resistencia de cada pica es aproximadamente $\rho/2$ según la tabla 5 de la ITC-BT-18 y la resistencia del conjunto de las picas será $\rho/2n$ (n = nº de picas en paralelo). Por cada circuito de salida existen 10 picas y la resistividad del terreno es de $200 \Omega \cdot m$. Por tanto la resistencia de la red de tierra será:

$$R = \frac{\rho}{L \cdot n} = \frac{200}{2 \cdot 10} = 10 \Omega$$

El reglamento establece que la utilización de diferenciales de 300 mA exige que la resistencia de la puesta a tierra sea inferior a 30 ohmios. Por ello

se instalarán diferenciales 4P-300 mA-6 A en cada salida del centro de mando para la protección contra contactos indirectos.

2.2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para el cálculo de los niveles de iluminación y el cumplimiento de los requisitos luminotécnicos se ha utilizado el programa de cálculo Dialux con los resultados que se adjuntan a continuación. También se añade la calificación de eficiencia energética del alumbrado exterior.

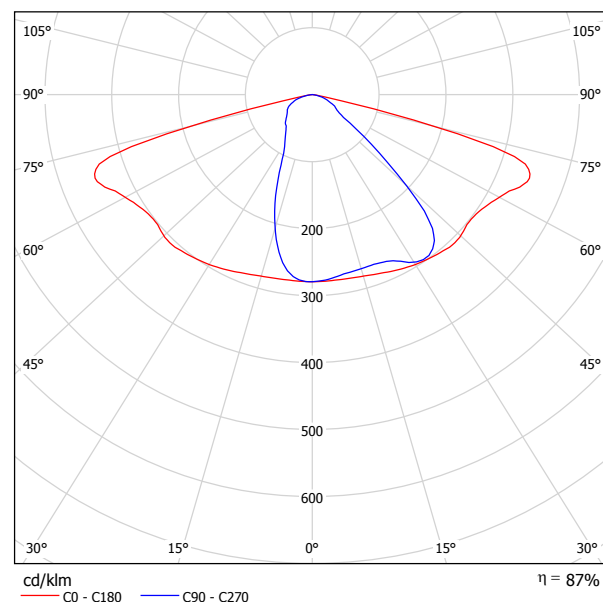
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Philips BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 42 76 97 100 88

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS:

- VIAL A
- VIAL B
- VIAL C
- CRUCES, CURVAS, ROTONDAS Y PASO DE PEATONES

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

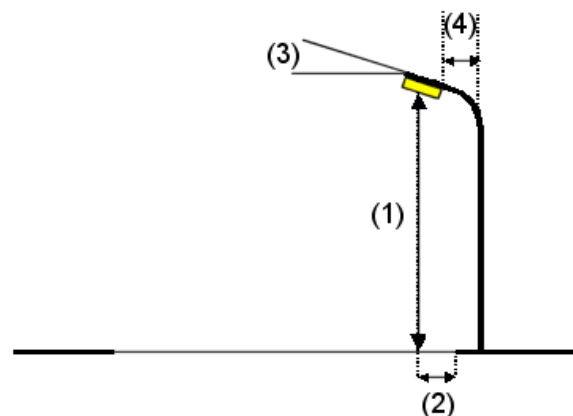
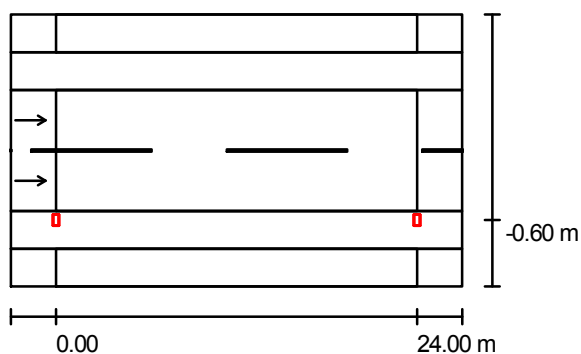
Calle / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada	(Anchura: 8.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM
Flujo luminoso (Luminaria):	9048 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	10400 lm
Potencia de las luminarias:	90.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	24.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	9.130 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.611 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	2.400 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°:	611 cd/klm
con 80°:	126 cd/klm
con 90°:	1.72 cd/klm

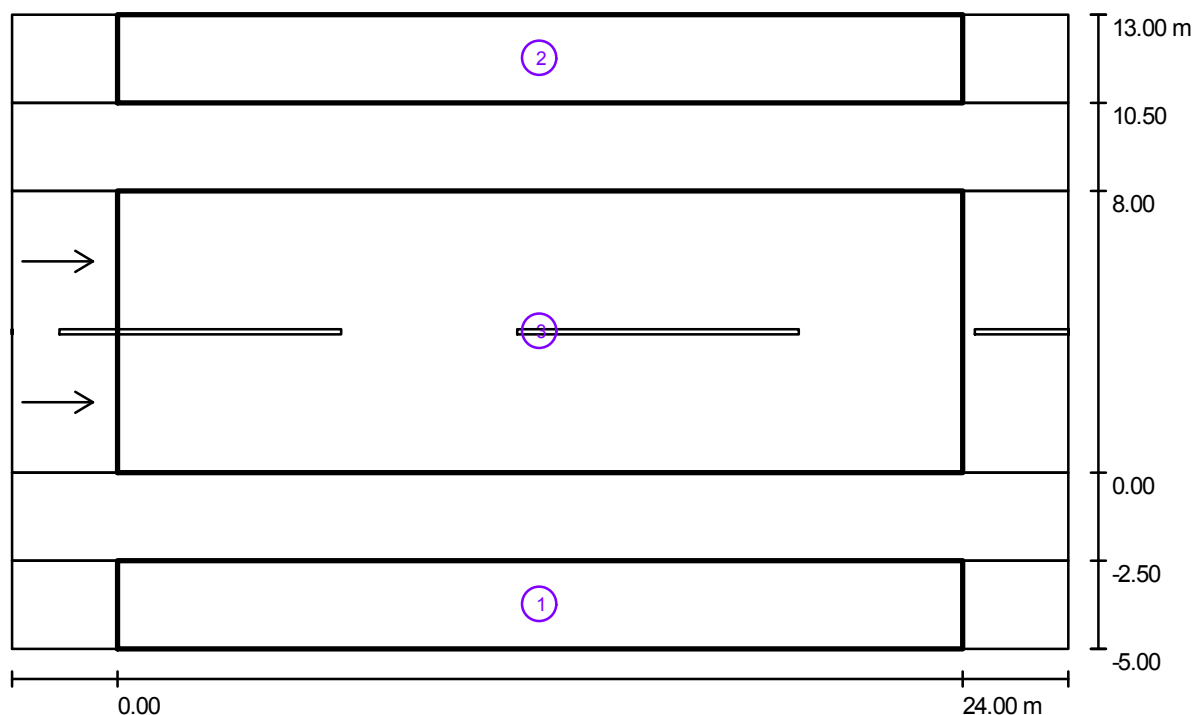
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:215

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 24.000 m, Anchura: 2.500 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	6.36	2.17
Valores de consigna según clase:	≥ 5.00	≥ 1.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 24.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	5.66	3.55
Valores de consigna según clase:	≥ 5.00	≥ 1.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada

Longitud: 24.000 m, Anchura: 8.000 m

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.

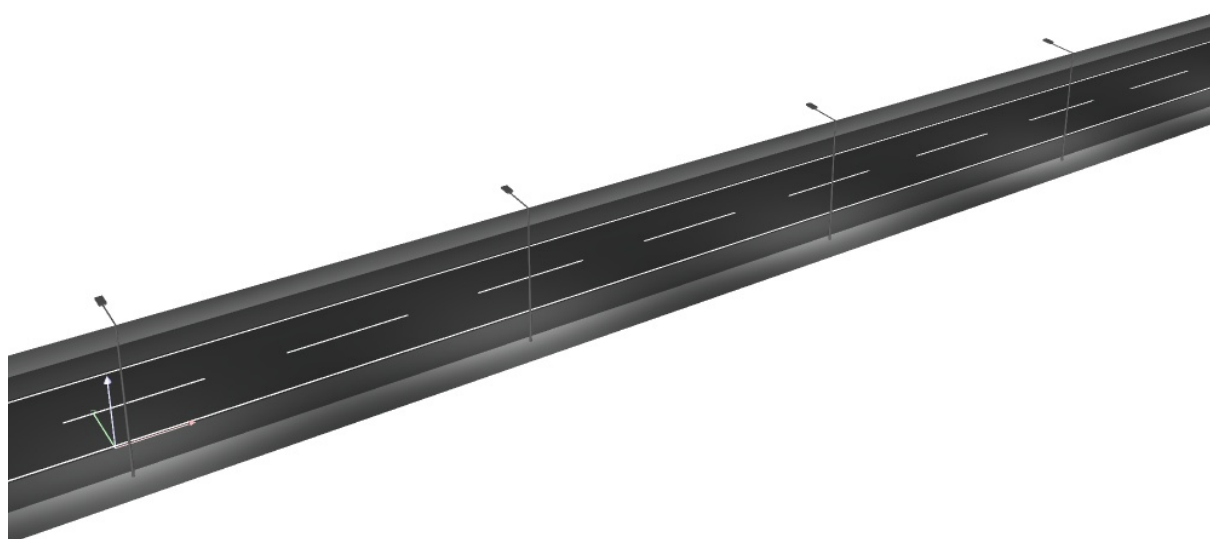
Revestimiento de la calzada: R3, q_0 : 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME3b (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.05	0.58	0.88	9	0.66
Valores de consigna según clase:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

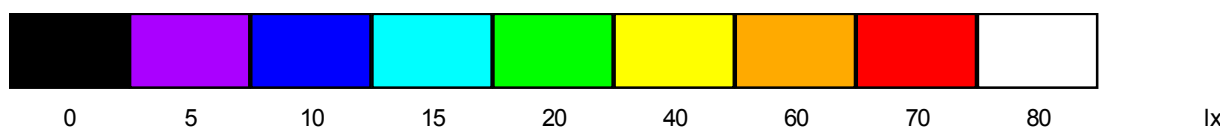
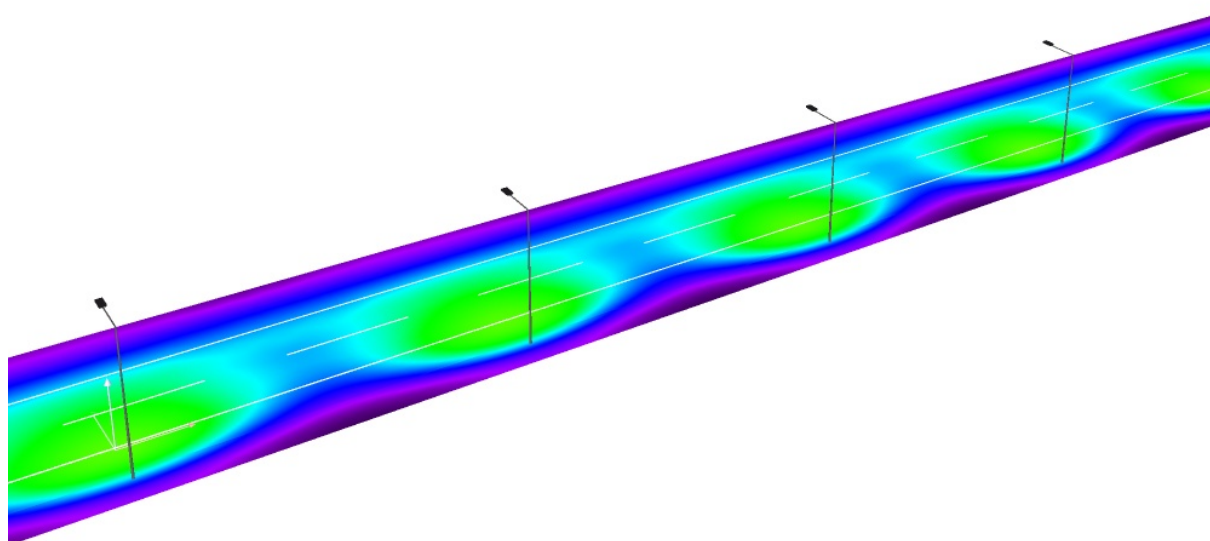
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Calle / Rendering (procesado) en 3D



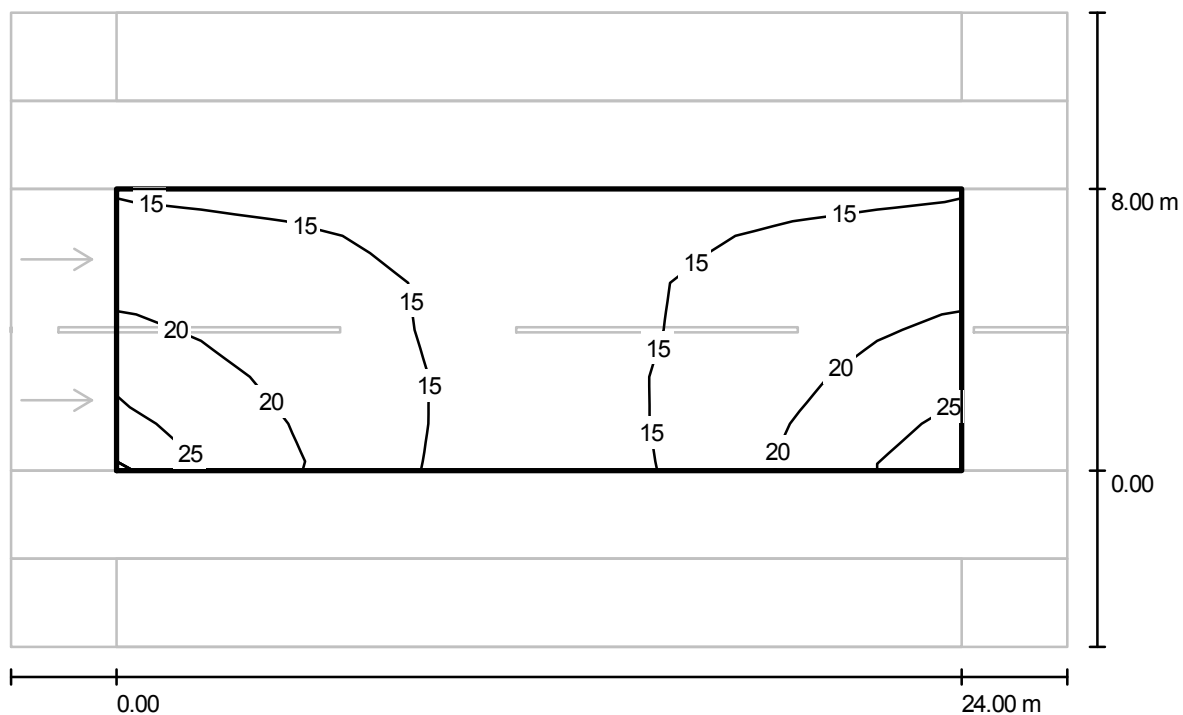
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Calle / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle / Recuadro de evaluación Calzada / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 215

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
17

E_{min} [lx]
13

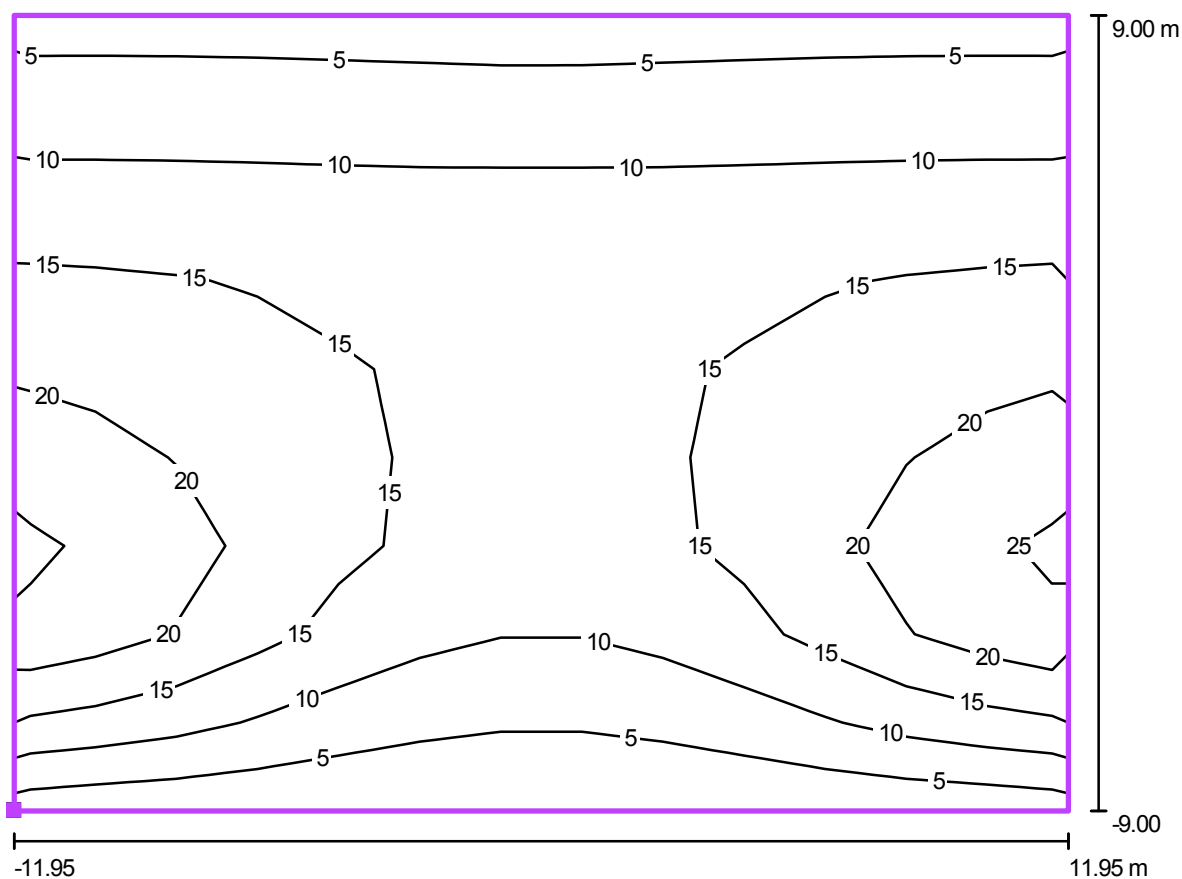
E_{max} [lx]
26

E_{min} / E_m
0.763

E_{min} / E_{max}
0.497

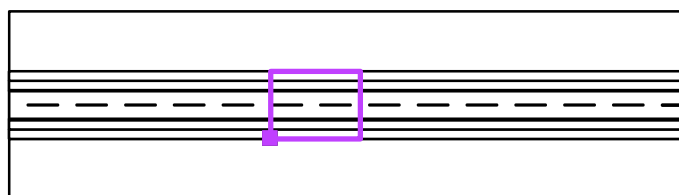
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Escena Calle / Trama de cálculo / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 171

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado: (69.700 m,
 16.000 m, 0.000 m)



Trama: 13 x 9 Puntos

E_m [lx]
13

E_{min} [lx]
2.79

E_{max} [lx]
26

E_{min} / E_m
0.22

E_{min} / E_{max}
0.11

CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA VIAL A

Se considera una anchura total de calzada y carriles de 18 m y una longitud determinada por la interdistancia de dos luminarias de 24 m, es decir, una superficie iluminada de $S = 24 \times 18\text{ m} = 432\text{ m}^2$. La iluminancia media para dicha superficie es de $E_m = 13\text{ lux}$ y la potencia activa de la luminaria de 90 W. Aplicando la fórmula de la eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{432 \cdot 13}{90} = 62,4\text{ m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$$


Se comprueba que el valor obtenido en la instalación es superior al valor de eficiencia mínima según tabla 1 del reglamento de eficiencia energética de alumbrado exterior ITC-EA-01.

$$\varepsilon = 62,4 > 13,8 \text{ (vial funcional)} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Con el valor de eficiencia energética de referencia según tabla 3 de la ITC-EA-01 se obtiene el índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético:

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{62,4}{21} = 2,97 \qquad ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = 0,34$$

Tabla 4 – Calificación energética para alumbrado vial.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
 A	$ICE < 0,91$	$I_\varepsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_\varepsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_\varepsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_\varepsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_\varepsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_\varepsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_\varepsilon \leq 0,20$

Calificación
Energética:

A



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

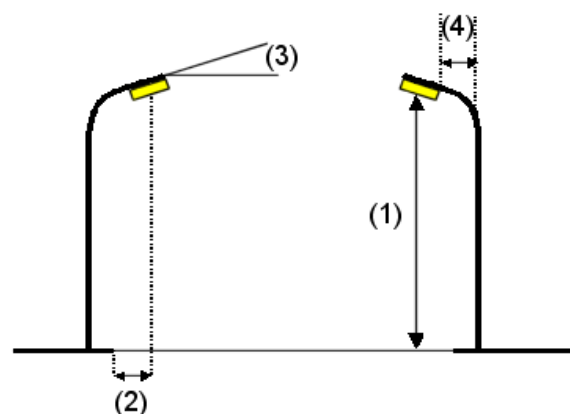
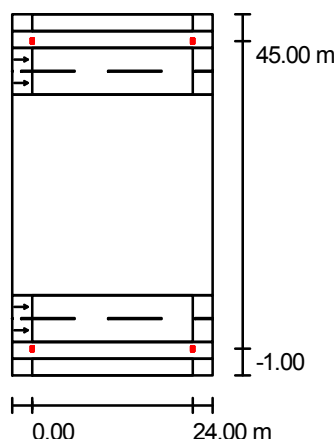
Calle principal doble / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.500 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Arcén central	(Anchura: 30.000 m, Altura: 0.000 m)
Calzada	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal	(Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM
Flujo luminoso (Luminaria):	9048 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	10400 lm
Potencia de las luminarias:	90.0 W
Organización:	bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles:	24.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	9.130 m
Saliente sobre la calzada (2):	-1.011 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 611 cd/klm
con 80°: 126 cd/klm
con 90°: 1.72 cd/klm

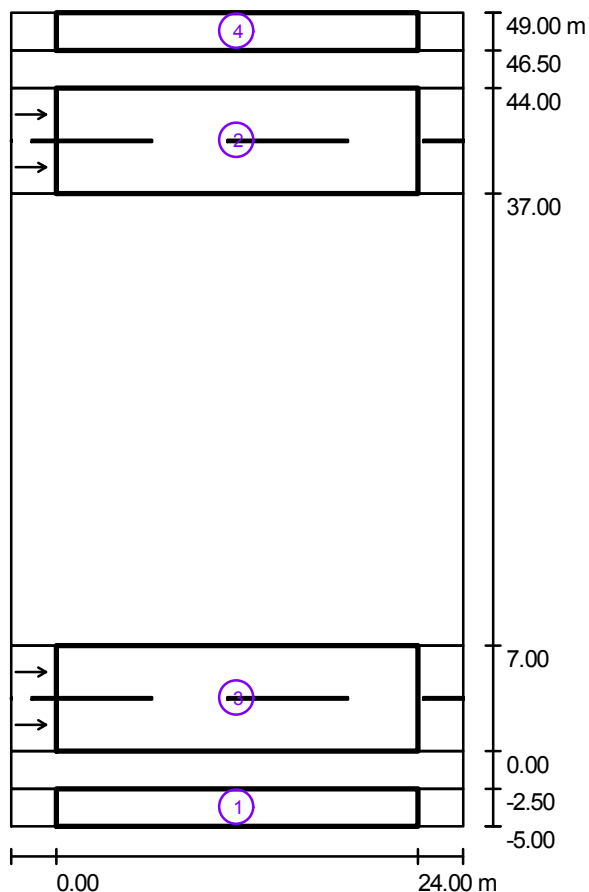
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle principal doble / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:501

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Camino peatonal
 Longitud: 24.000 m, Anchura: 2.500 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal.
 Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
7.77	2.54
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle principal doble / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 24.000 m, Anchura: 7.000 m

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME3b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.06	0.62	0.88	9	0.78
Valores de consigna según clase:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada

Longitud: 24.000 m, Anchura: 7.000 m

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME3b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.06	0.62	0.88	9	0.78
Valores de consigna según clase:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

4 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 24.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

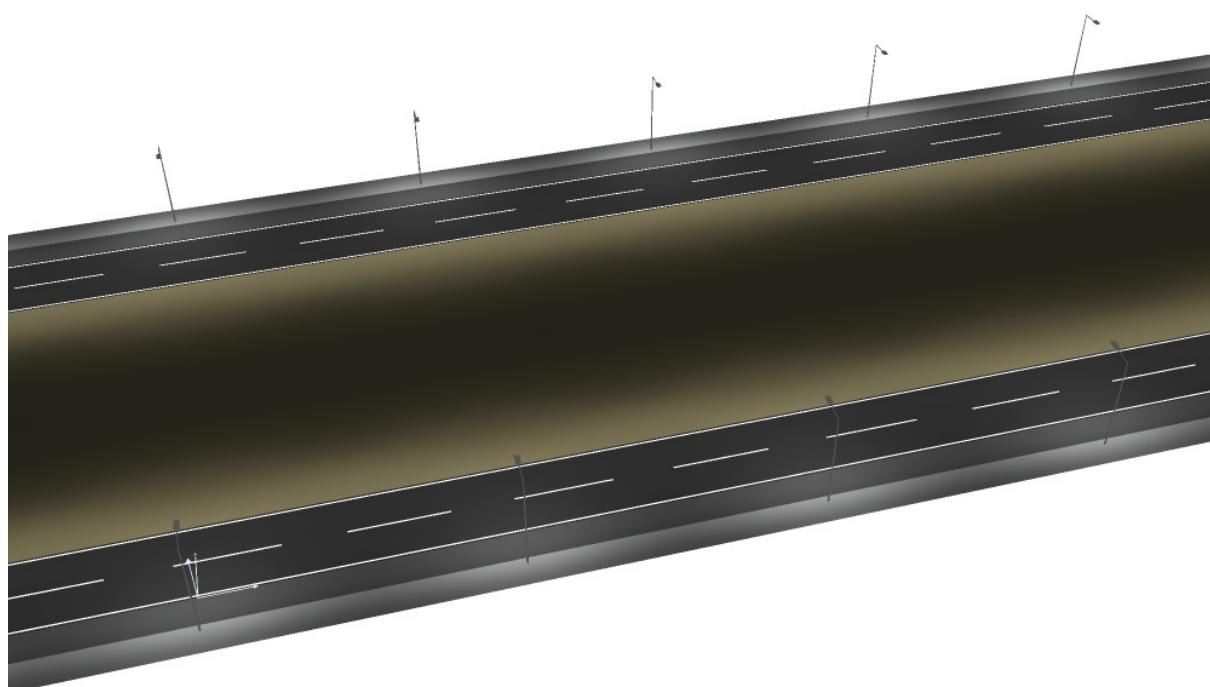
Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	7.77	2.54
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 1.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

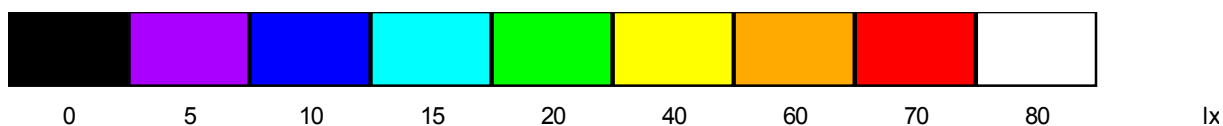
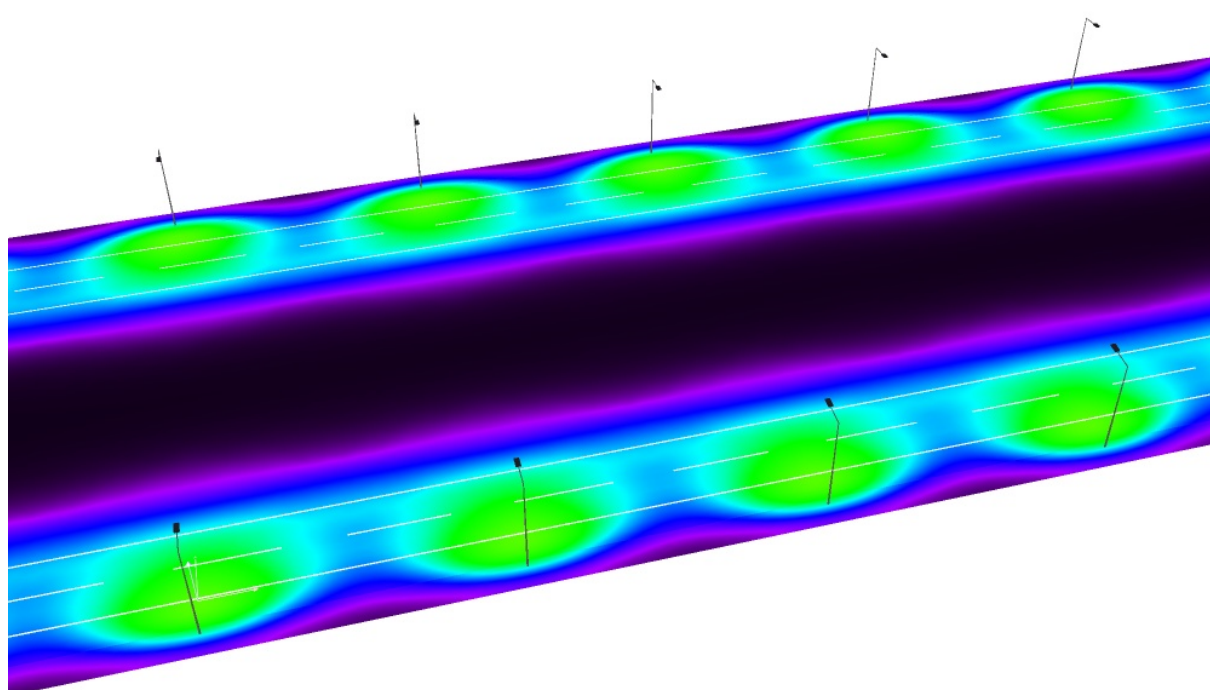
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Calle principal doble / Rendering (procesado) en 3D



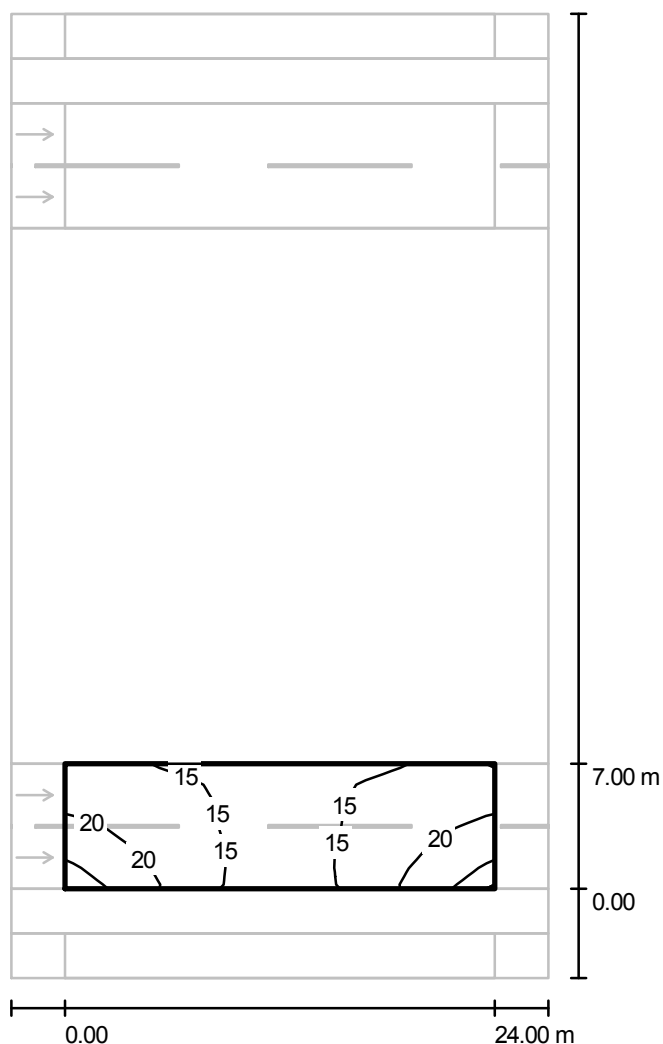
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Calle principal doble / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle principal doble / Recuadro de evaluación Calzada / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 423

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
17

E_{min} [lx]
13

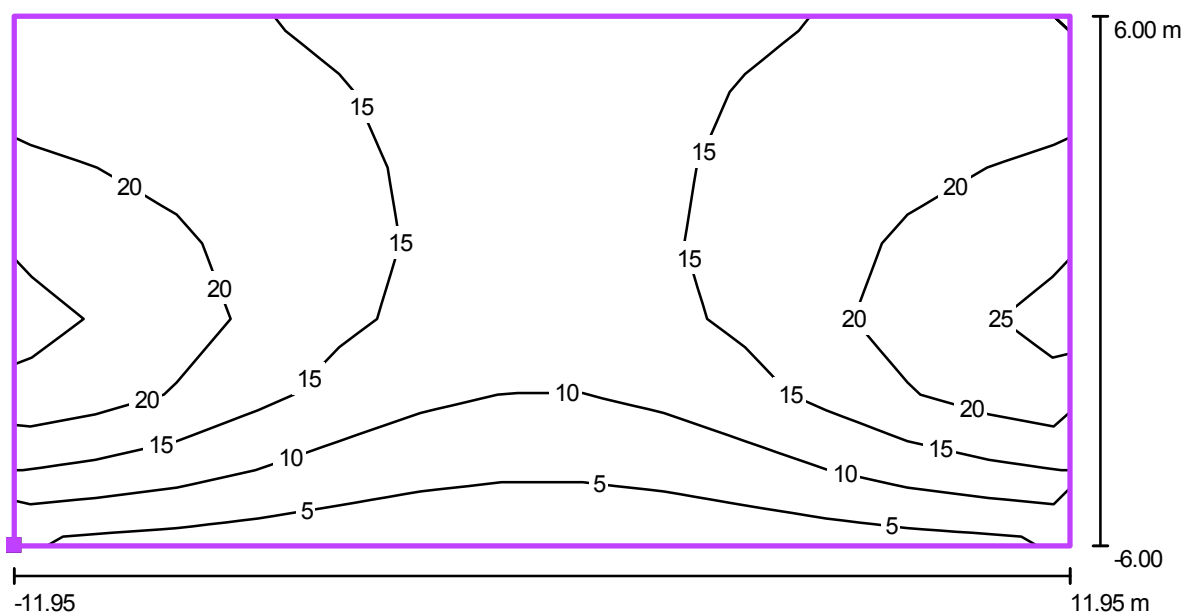
E_{max} [lx]
26

E_{min} / E_m
0.771

E_{min} / E_{max}
0.513

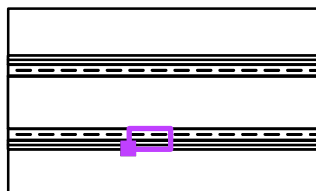
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Escena Calle principal doble / Trama de cálculo / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 171

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado: (69.700 m,
 27.000 m, 0.000 m)



Trama: 13 x 7 Puntos

E_m [lx]
15

E_{min} [lx]
3.30

E_{max} [lx]
26

E_{min} / E_m
0.22

E_{min} / E_{max}
0.13

CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA VIAL B

Se considera una anchura total de calzada y carriles de 12 m y una longitud determinada por la interdistancia de dos luminarias de 24 m, es decir, una superficie iluminada de $S = 24 \times 12 \text{ m} = 288 \text{ m}^2$. La iluminancia media para dicha superficie es de $E_m = 15 \text{ lux}$ y la potencia activa de la luminaria de 90 W. Aplicando la fórmula de la eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{288 \cdot 15}{90} = 48 \text{ m}^2 \cdot \text{lux/W}$$


Se comprueba que el valor obtenido en la instalación es superior al valor de eficiencia mínima según tabla 1 del reglamento de eficiencia energética de alumbrado exterior ITC-EA-01.

$$\varepsilon = 48 > 15 \text{ (vial funcional)} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Con el valor de eficiencia energética de referencia según tabla 3 de la ITC-EA-01 se obtiene el índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético:

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{48}{23} = 2,09 \qquad ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = 0,48$$

Tabla 4 – Calificación energética para alumbrado vial.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
 A	$ICE < 0,91$	$I_\varepsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_\varepsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_\varepsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_\varepsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_\varepsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_\varepsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_\varepsilon \leq 0,20$

Calificación
Energética:

A



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

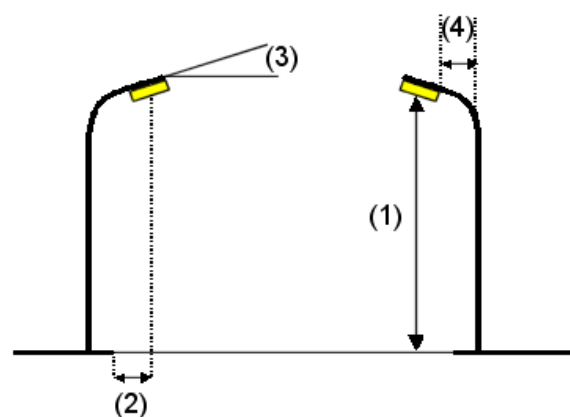
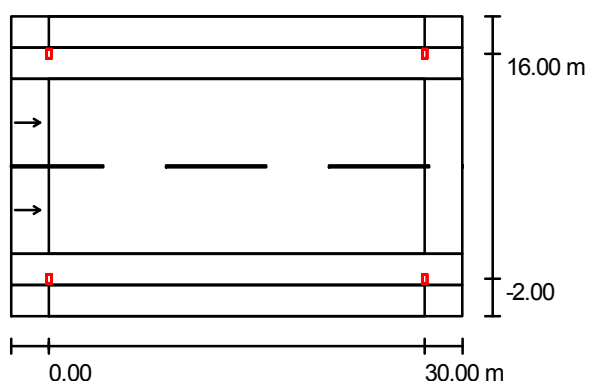
Calle de entrada / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada	(Anchura: 14.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM
Flujo luminoso (Luminaria):	9048 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	10400 lm
Potencia de las luminarias:	90.0 W
Organización:	bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	12.000 m
Altura del punto de luz:	12.128 m
Saliente sobre la calzada (2):	-2.023 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	1.000 m

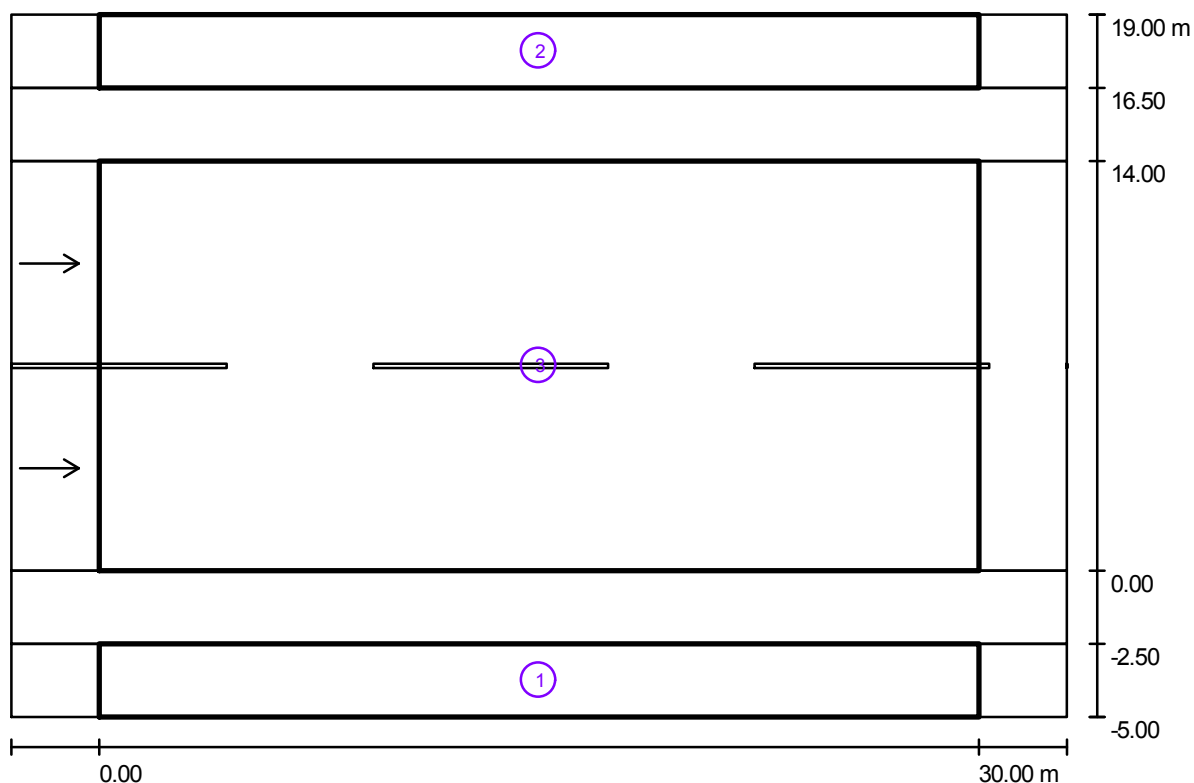
Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	598 cd/klm
con 80°:	222 cd/klm
con 90°:	6.99 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle de entrada / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]

8.98

≥ 7.50

✓

E_{min} [lx]

4.58

≥ 1.50

✓

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle de entrada / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

E_m [lx]

8.98

E_{min} [lx]

4.58

Valores de consigna según clase:

≥ 7.50

≥ 1.50

Cumplido/No cumplido:

✓

✓

3 Recuadro de evaluación Calzada

Longitud: 30.000 m, Anchura: 14.000 m

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.

Revestimiento de la calzada: R3, q_0 : 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME3b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

L_m [cd/m²]

1.10

U0

0.83

UI

0.96

TI [%]

7

SR

0.69

Valores de consigna según clase:

≥ 1.00

≥ 0.40

≥ 0.60

≤ 15

≥ 0.50

Cumplido/No cumplido:

✓

✓

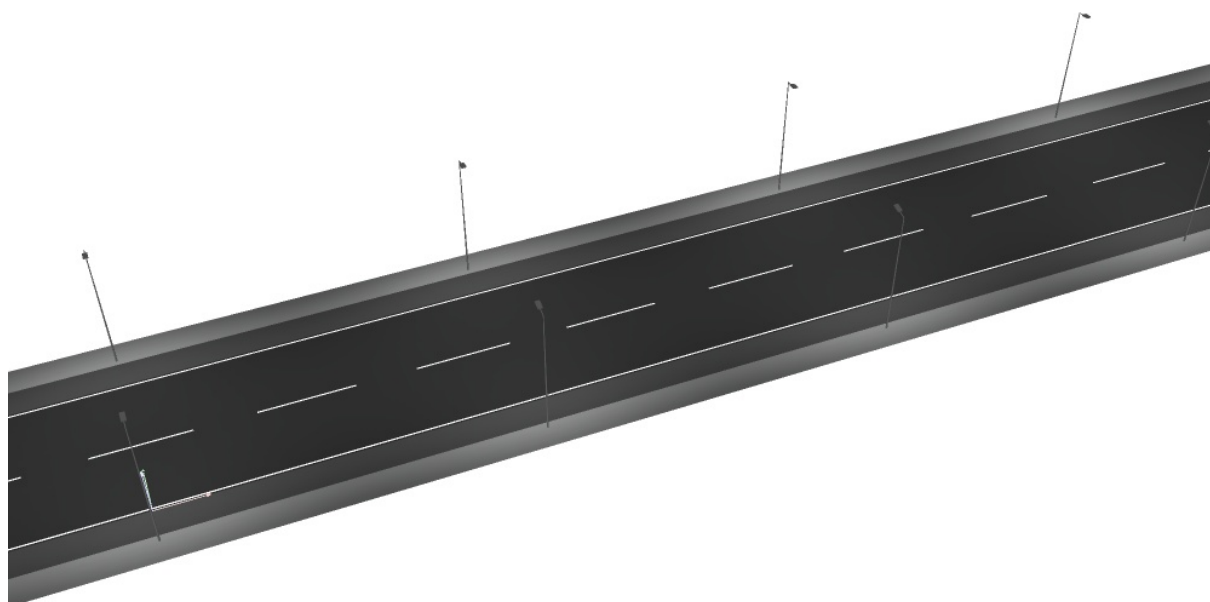
✓

✓

✓

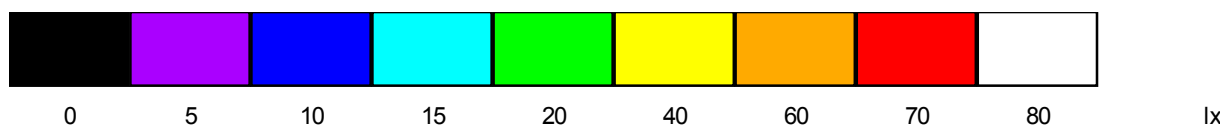
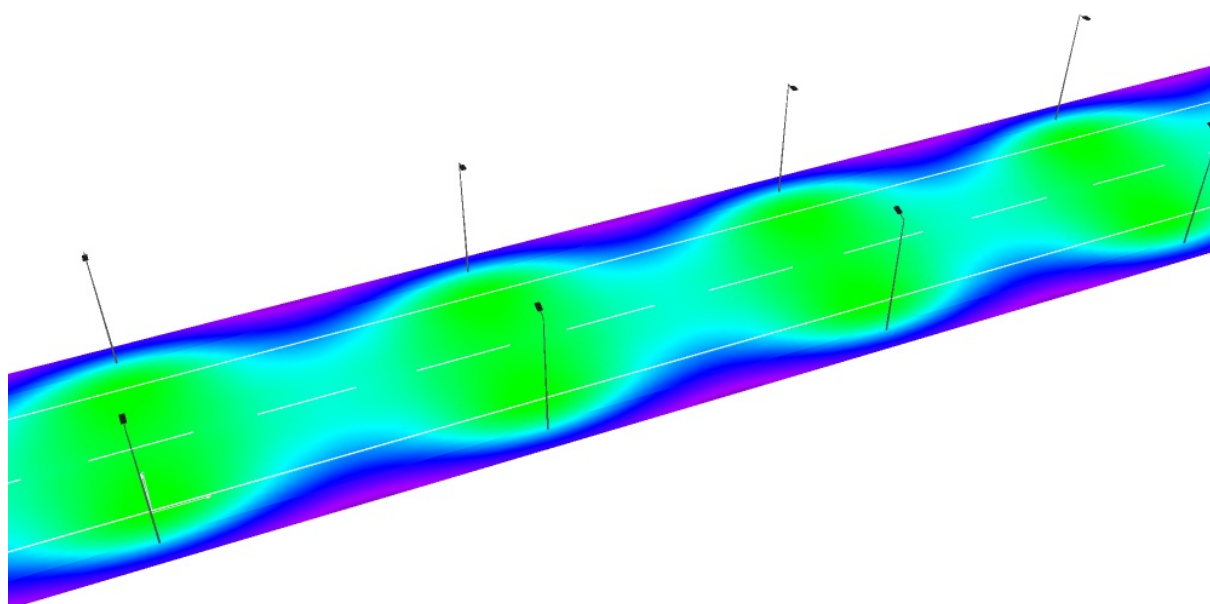
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Calle de entrada / Rendering (procesado) en 3D



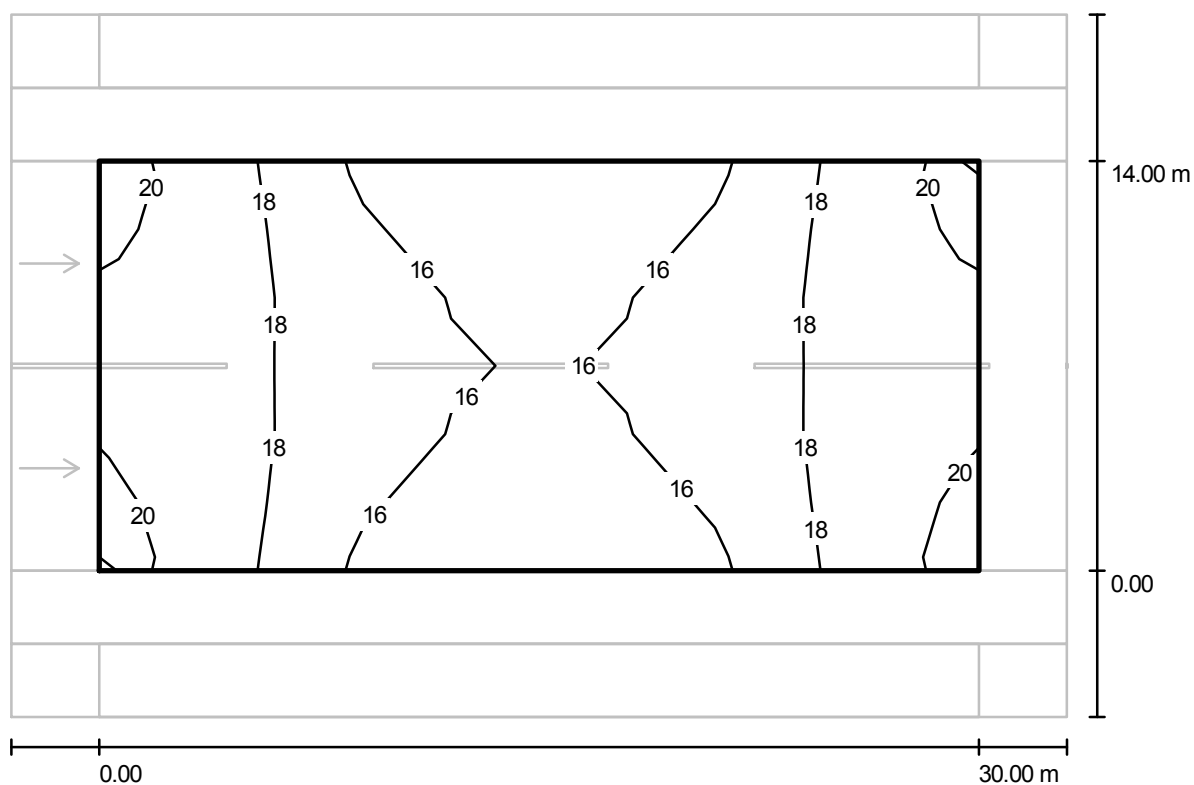
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Calle de entrada / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Calle de entrada / Recuadro de evaluación Calzada / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
17

E_{min} [lx]
14

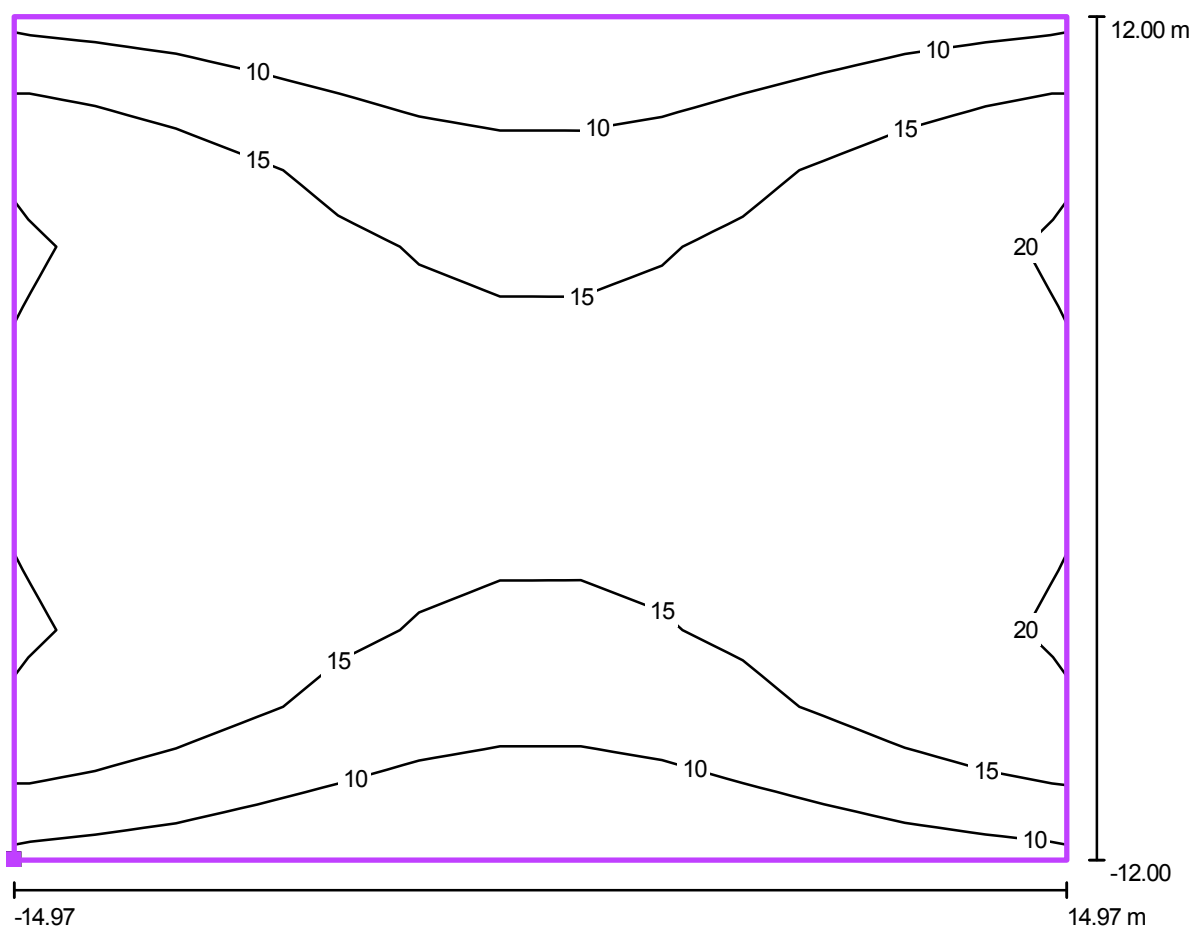
E_{max} [lx]
20

E_{min} / E_m
0.815

E_{min} / E_{max}
0.699

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

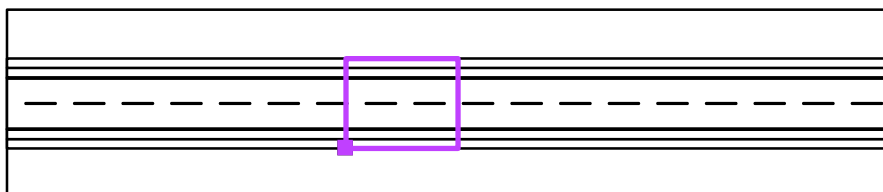
Escena Calle de entrada / Trama de cálculo / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 215

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado: (90.653 m, 13.000 m, 0.000 m)



Trama: 13 x 11 Puntos

E_m [lx]
15

E_{min} [lx]
5.82

E_{max} [lx]
20

E_{min} / E_m
0.39

E_{min} / E_{max}
0.29

CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA VIAL C

Se considera una anchura total de calzada y carriles de 24 m y una longitud determinada por la interdistancia de dos luminarias de 30 m, es decir, una superficie iluminada de $S = 30 \times 24\text{m} = 720 \text{ m}^2$. La iluminancia media para dicha superficie es de $E_m = 15 \text{ lux}$ y la potencia activa instalada es de $2 \times 90 \text{ W}$ al tratarse de una disposición bilateral frente a frente. Aplicando la fórmula de la eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{720 \cdot 15}{2 \cdot 90} = 60 \text{ m}^2 \cdot \text{lux/W}$$


Se comprueba que el valor obtenido en la instalación es superior al valor de eficiencia mínima según tabla 1 del reglamento de eficiencia energética de alumbrado exterior ITC-EA-01.

$$\varepsilon = 60 > 15 \text{ (vial funcional)} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Con el valor de eficiencia energética de referencia según tabla 3 de la ITC-EA-01 se obtiene el índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético:

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{60}{23} = 2,61 \qquad ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = 0,38$$

Tabla 4 – Calificación energética para alumbrado vial.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
 A	$ICE < 0,91$	$I_\varepsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_\varepsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_\varepsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_\varepsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_\varepsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_\varepsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_\varepsilon \leq 0,20$

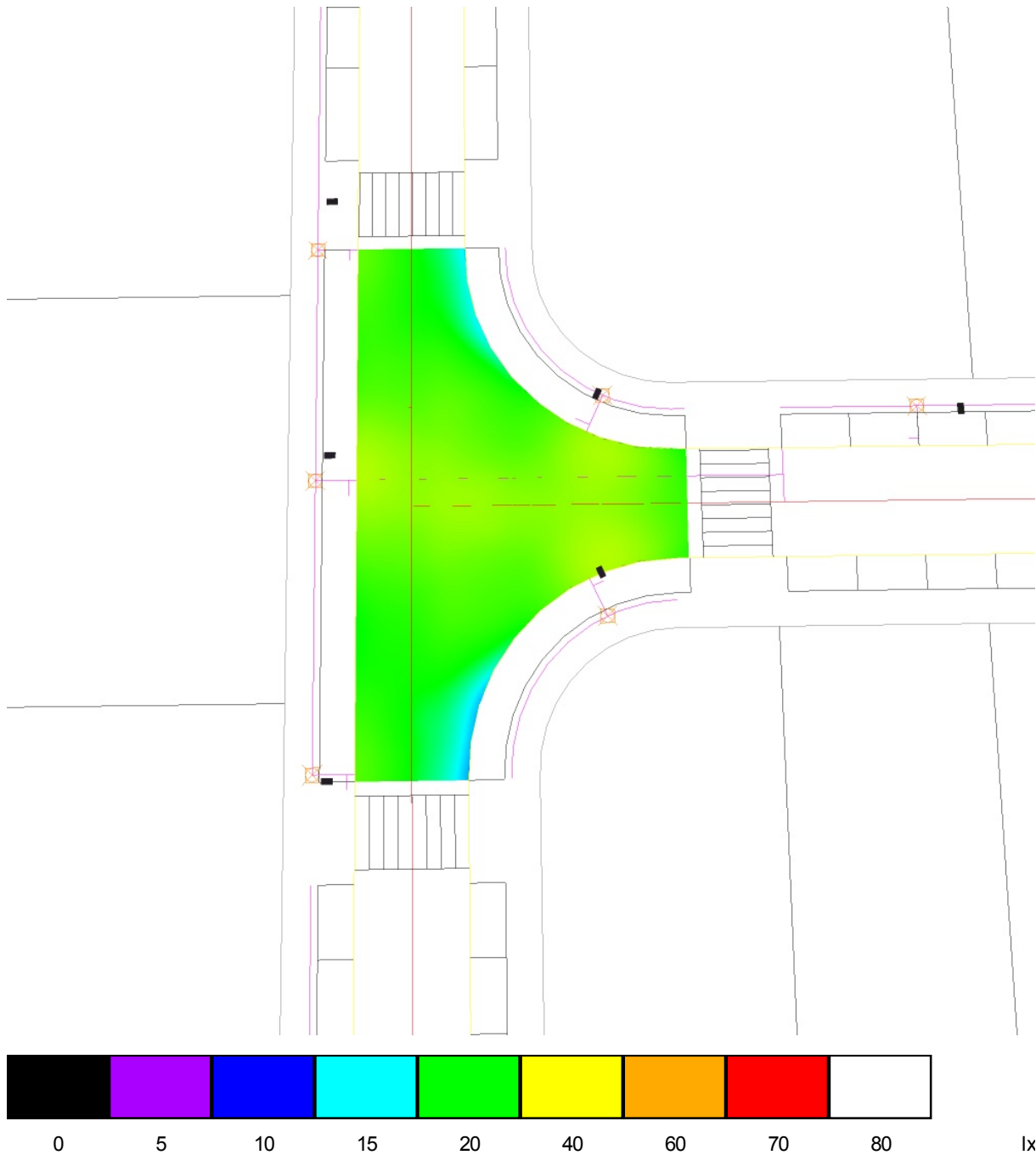
Calificación
Energética:

A



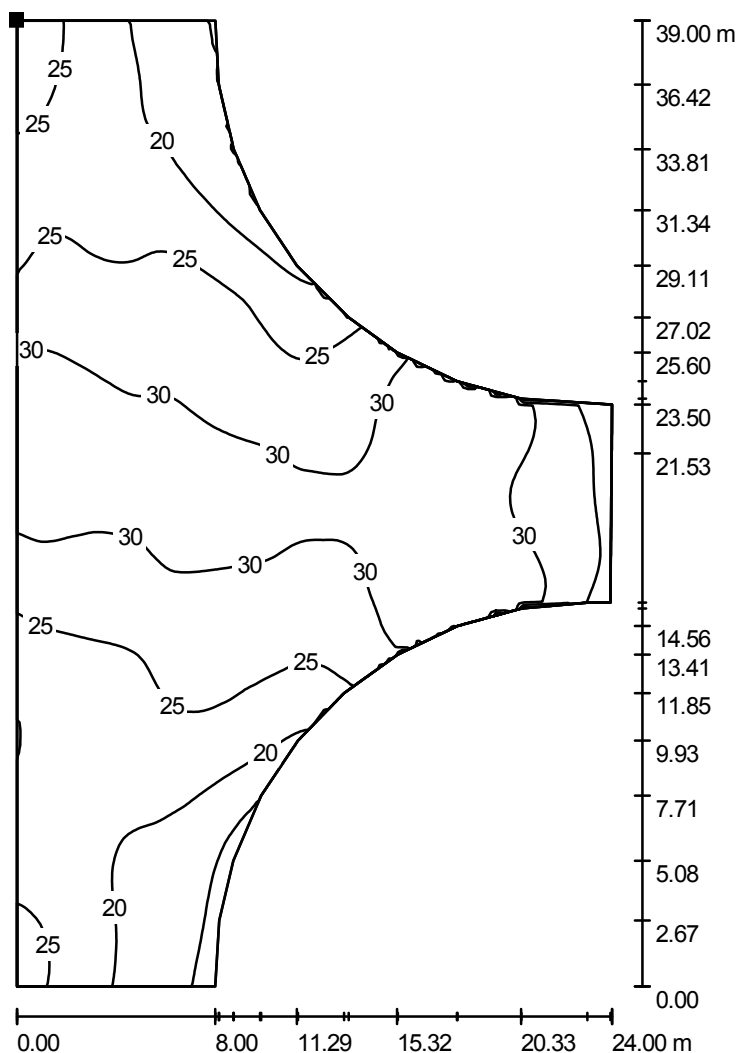
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 7 / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 7 / cruce T2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 305

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (515.019 m, 462.098 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
26

E_{min} [lx]
13

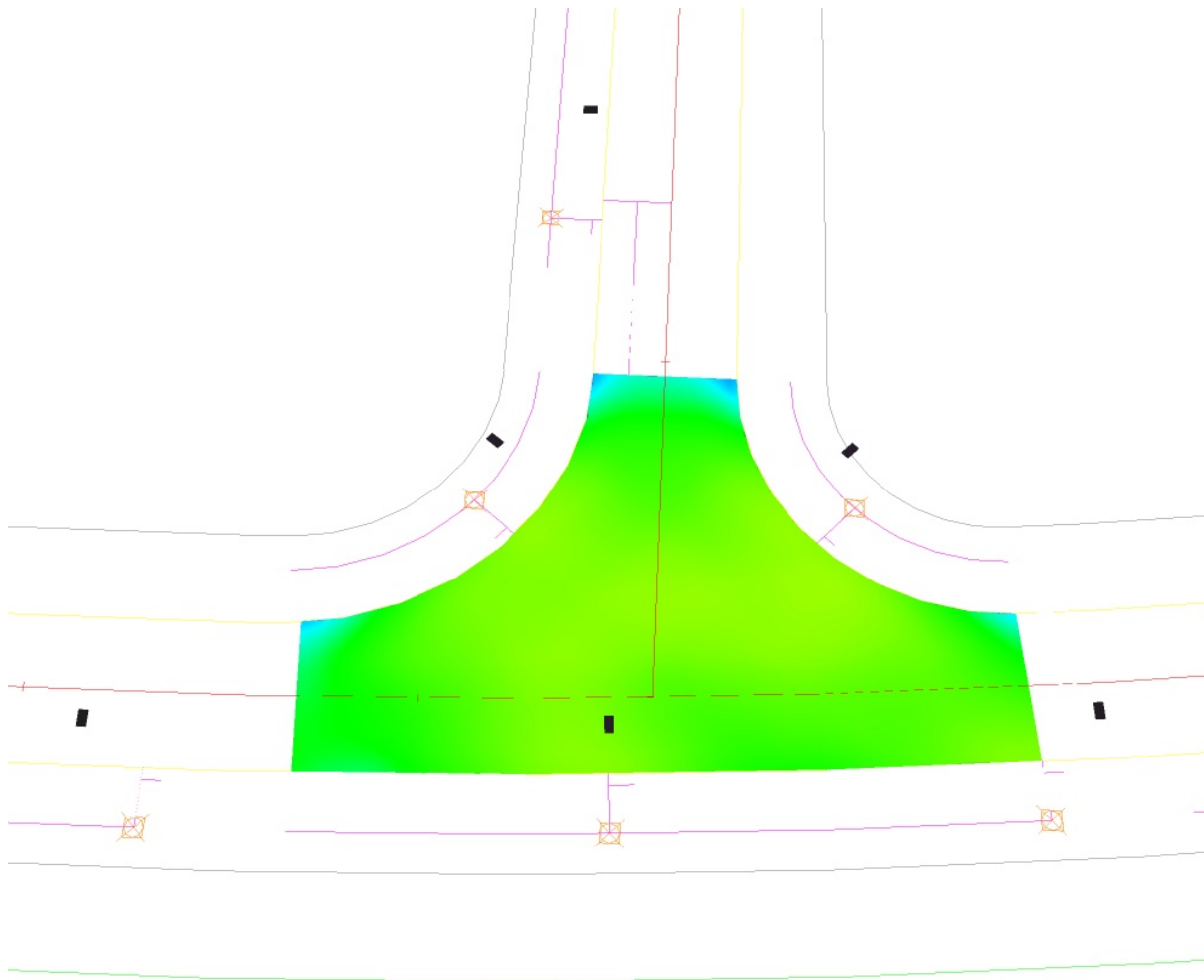
E_{max} [lx]
34

E_{min} / E_m
0.515

E_{min} / E_{max}
0.392

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

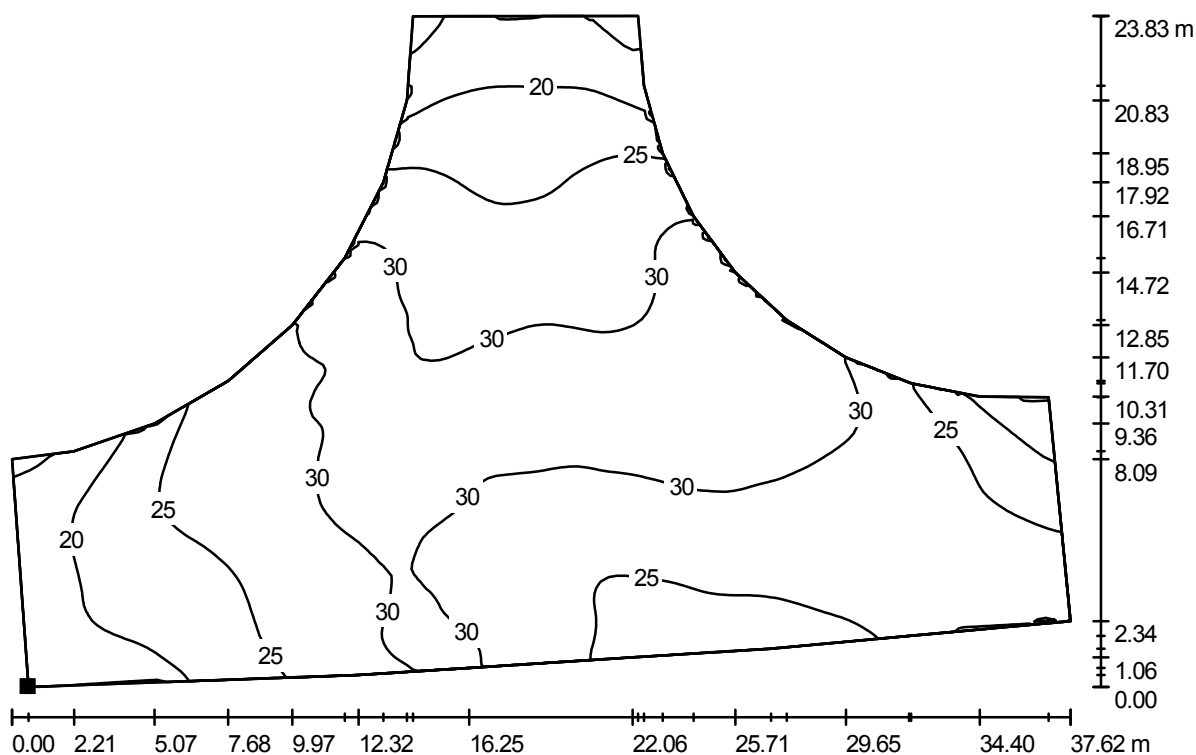
Zonas especiales / Escena de luz 5 / Rendering (procesado) de colores falsos



0 5 10 15 20 40 60 70 80 lx

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 5 / cruce T / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 269

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (501.353 m, 145.217 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
27

E_{min} [lx]
13

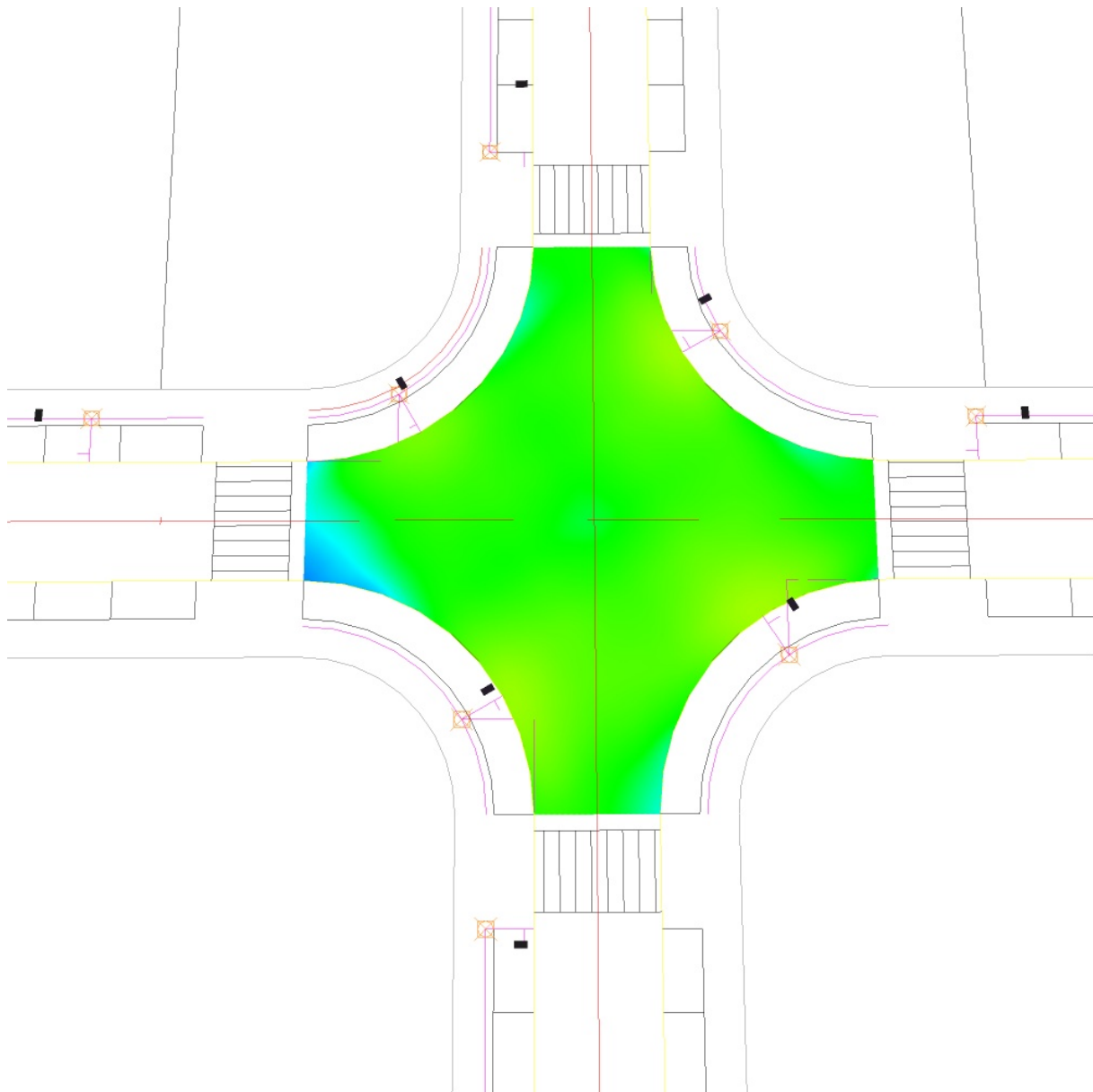
E_{max} [lx]
33

E_{min} / E_m
0.486

E_{min} / E_{max}
0.399

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

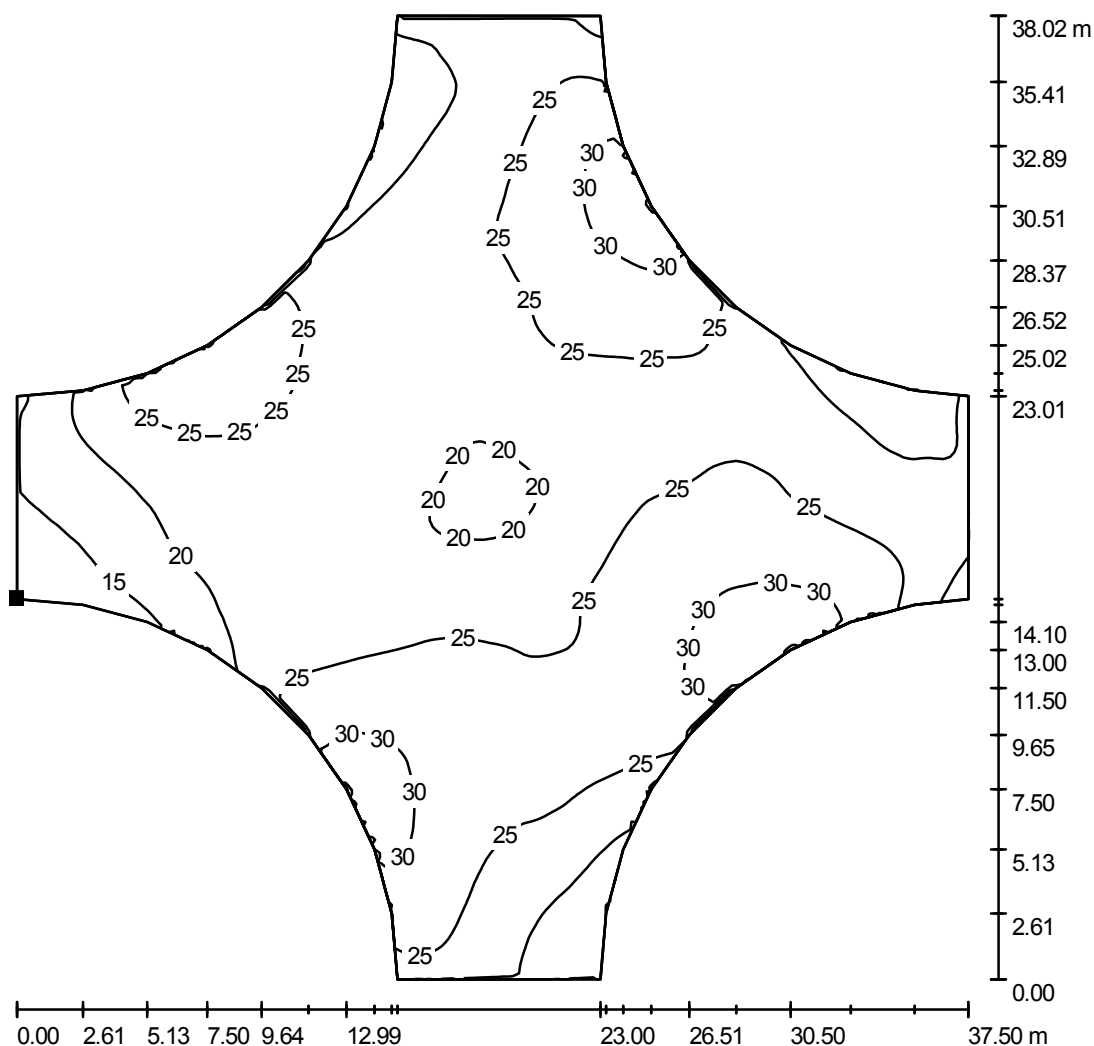
Zonas especiales / Escena de luz 6 / Rendering (procesado) de colores falsos



0 5 10 15 20 40 60 70 80 lx

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 6 / cruceX / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 298

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (500.018 m, 345.599 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
24

E_{min} [lx]
13

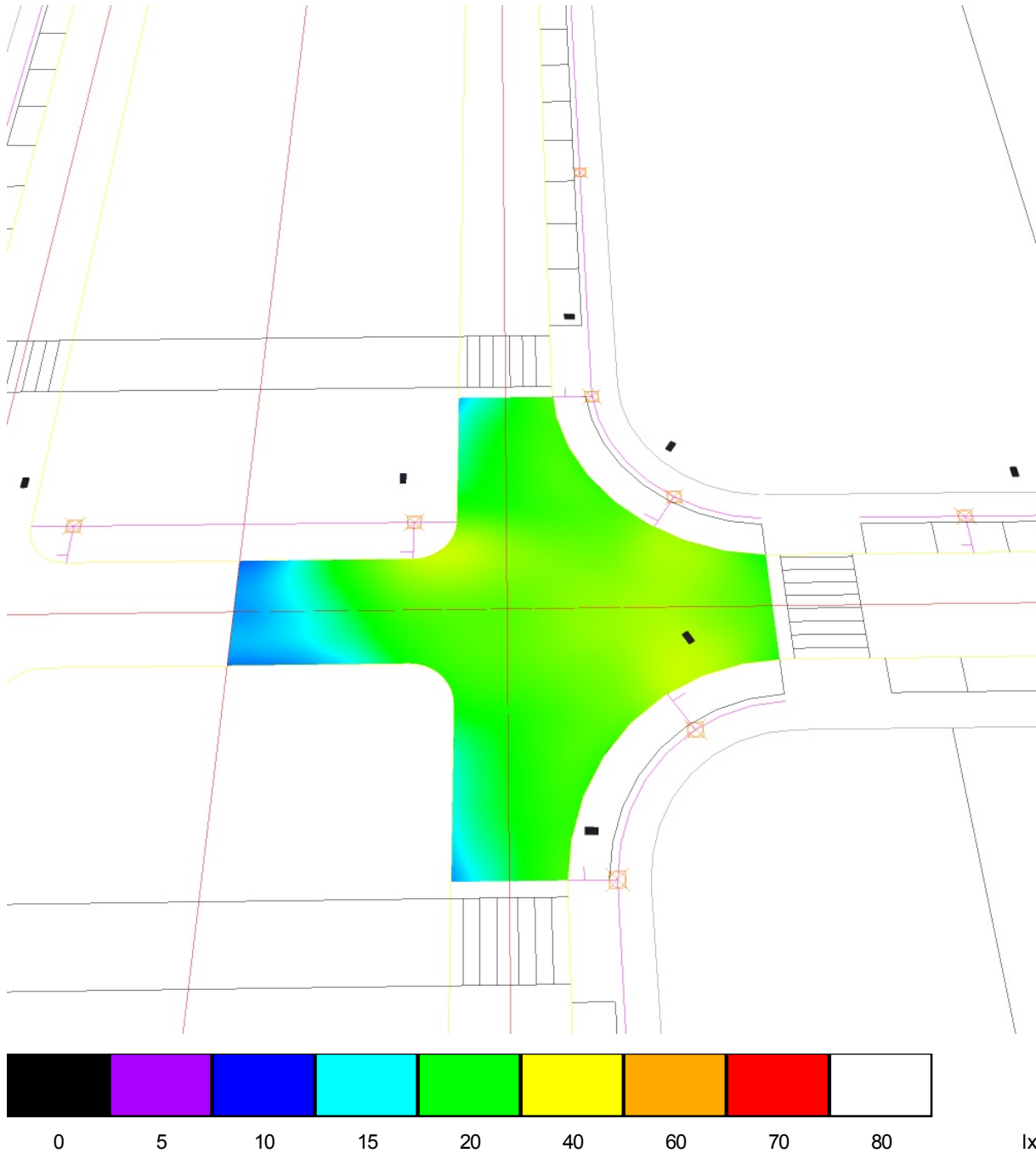
E_{max} [lx]
33

E_{min} / E_m
0.535

E_{min} / E_{max}
0.386

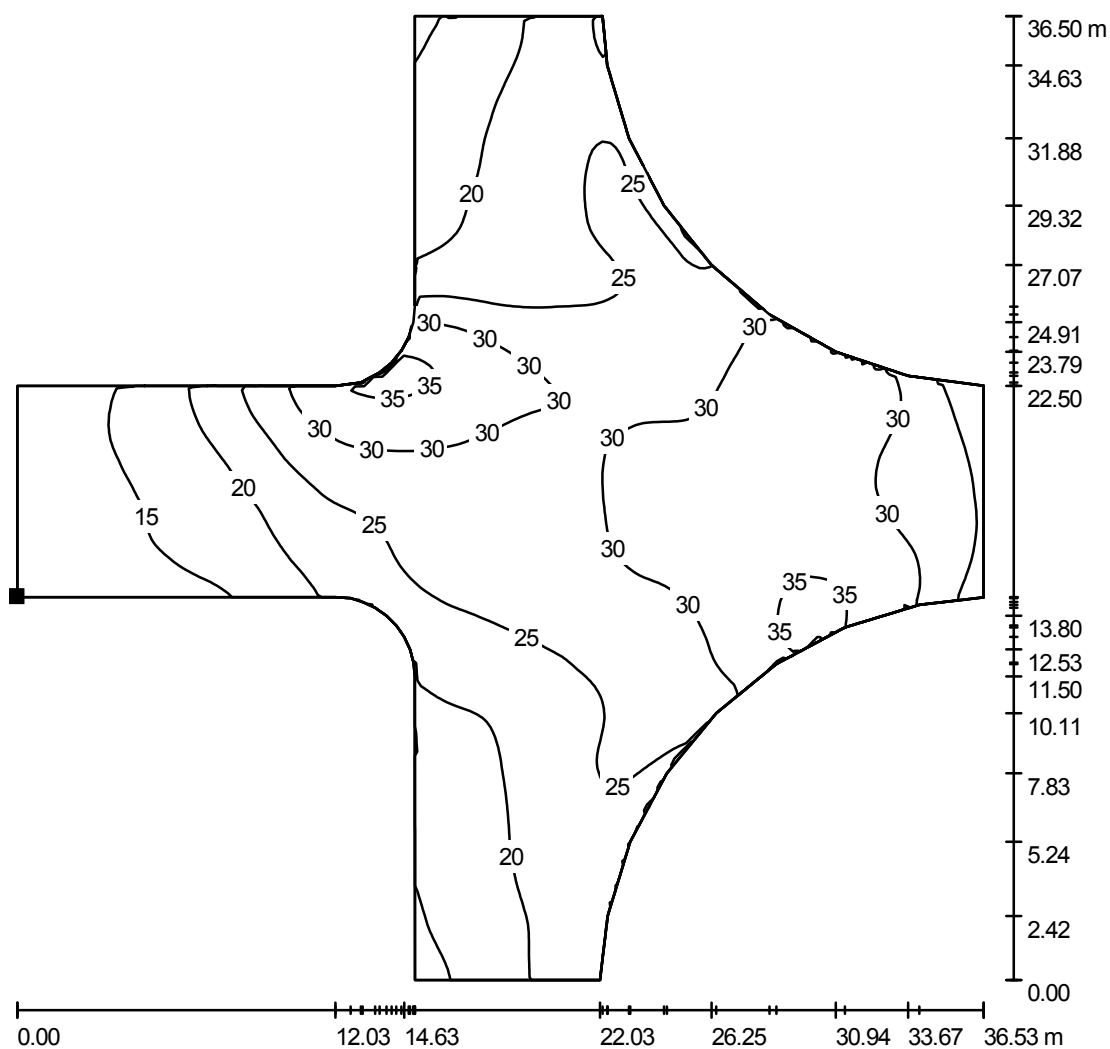
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 8 / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 8 / Cruce X2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 286

Situación de la superficie en la
escena exterior:

Punto marcado:
(744.500 m, 438.601 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
25

E_{min} [lx]
12

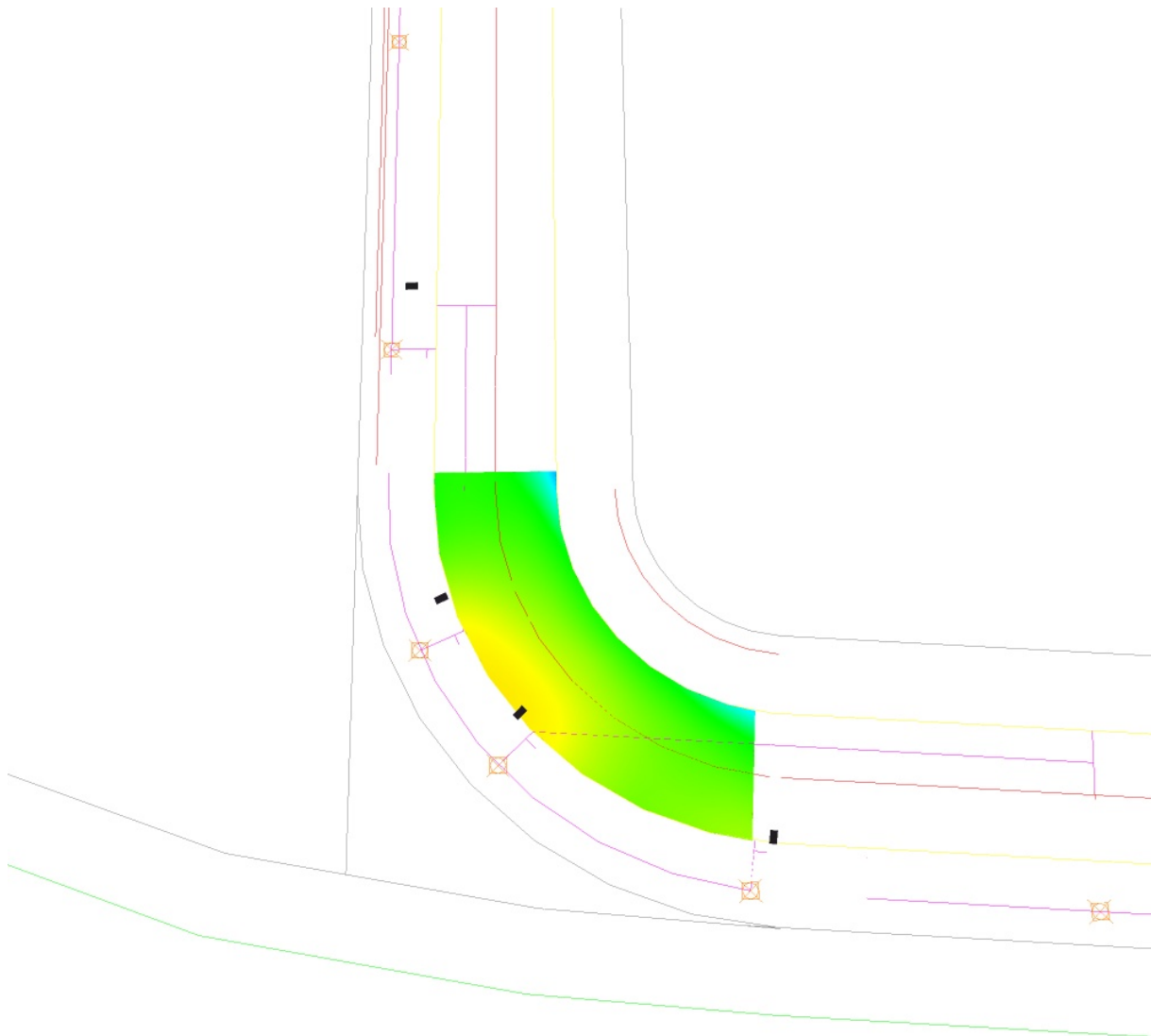
E_{max} [lx]
36

E_{min} / E_m
0.479

E_{min} / E_{max}
0.331

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

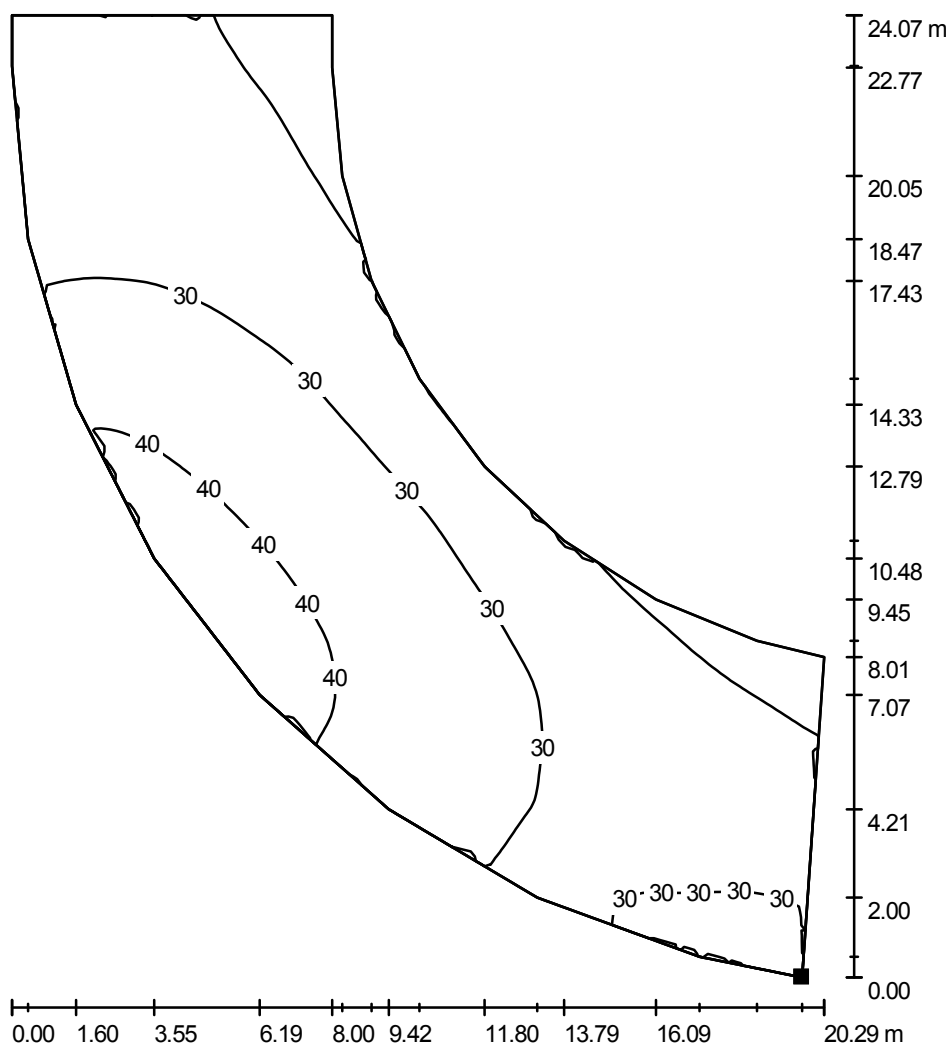
Zonas especiales / Escena de luz 4 / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 4 / curva2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 189

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (187.296 m, 176.706 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]
29

E_{min} [lx]
14

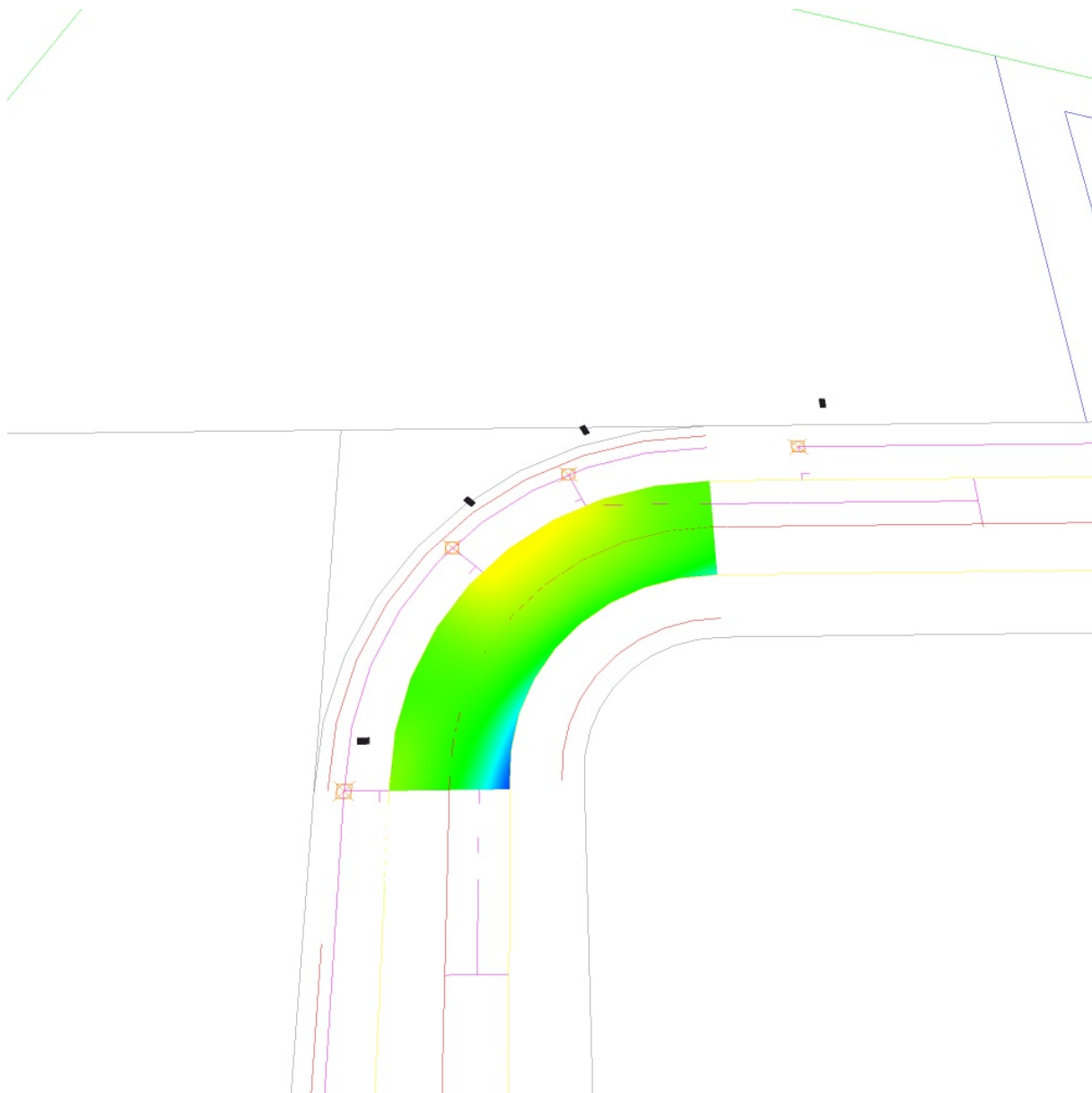
E_{max} [lx]
44

E_{min} / E_m
0.474

E_{min} / E_{max}
0.312

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

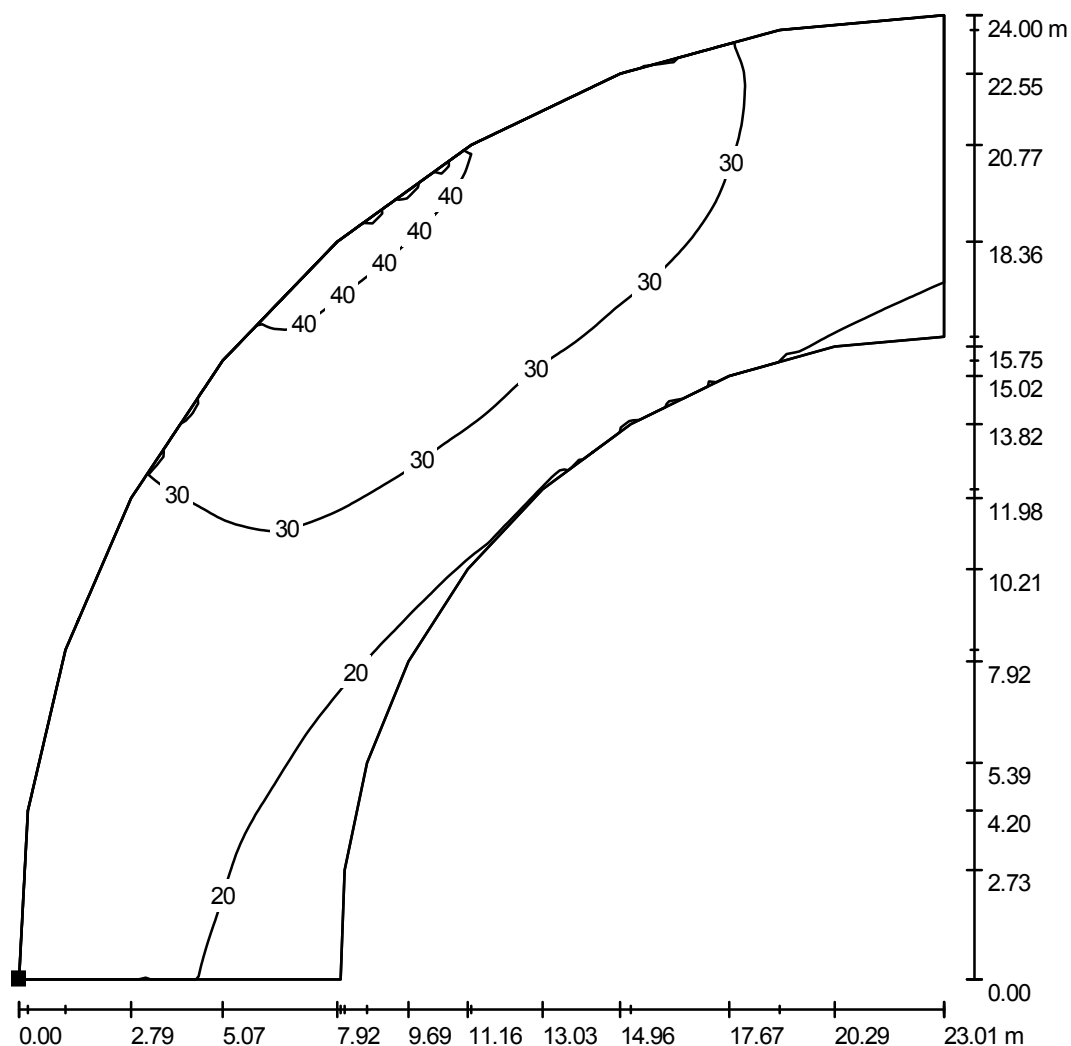
Zonas especiales / Escena de luz 2 / Rendering (procesado) de colores falsos



0 5 10 15 20 40 60 70 80 lx

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 2 / curva1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 188

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (167.559 m, 329.599 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]
28

E_{min} [lx]
11

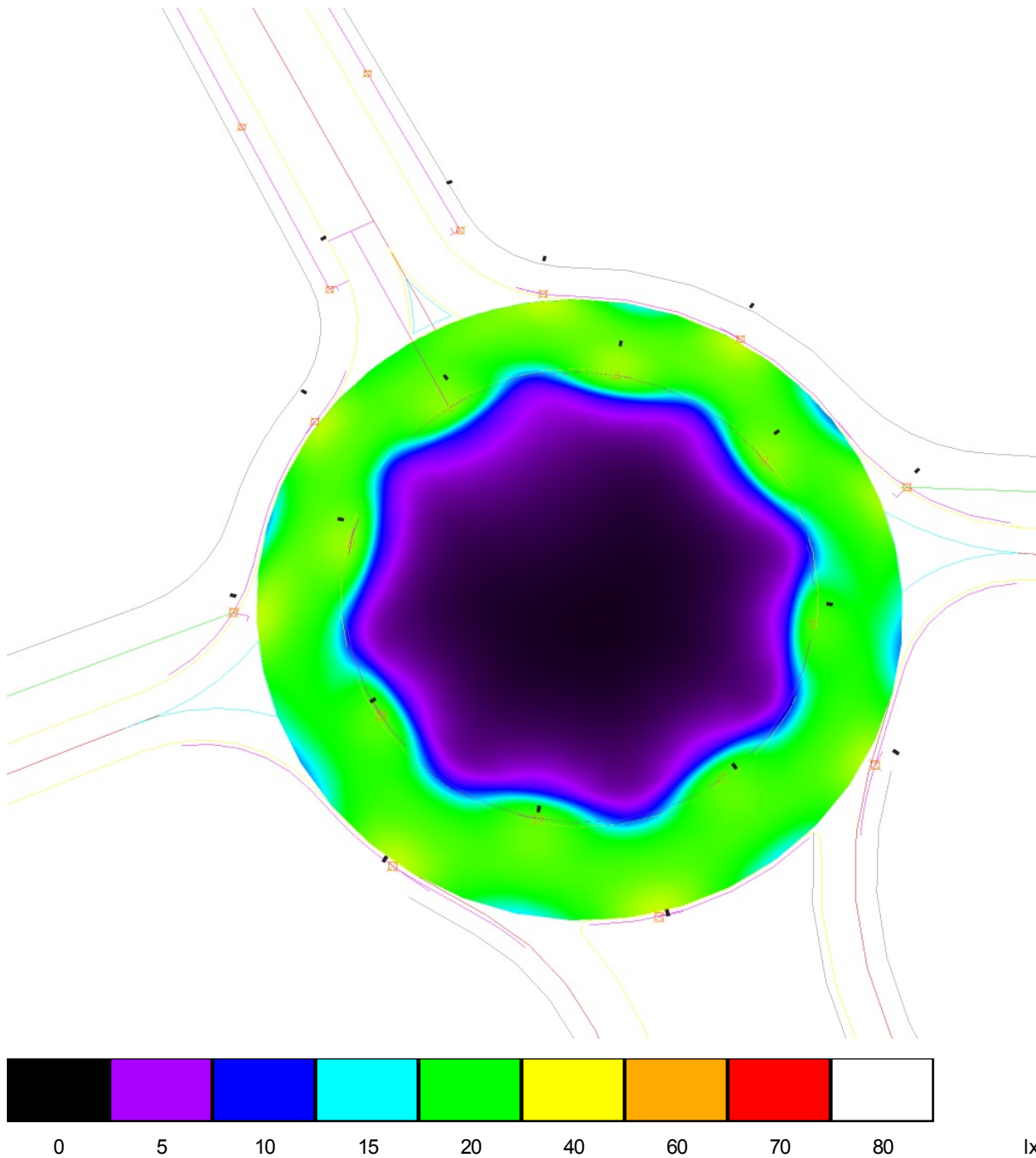
E_{max} [lx]
41

E_{min} / E_m
0.405

E_{min} / E_{max}
0.275

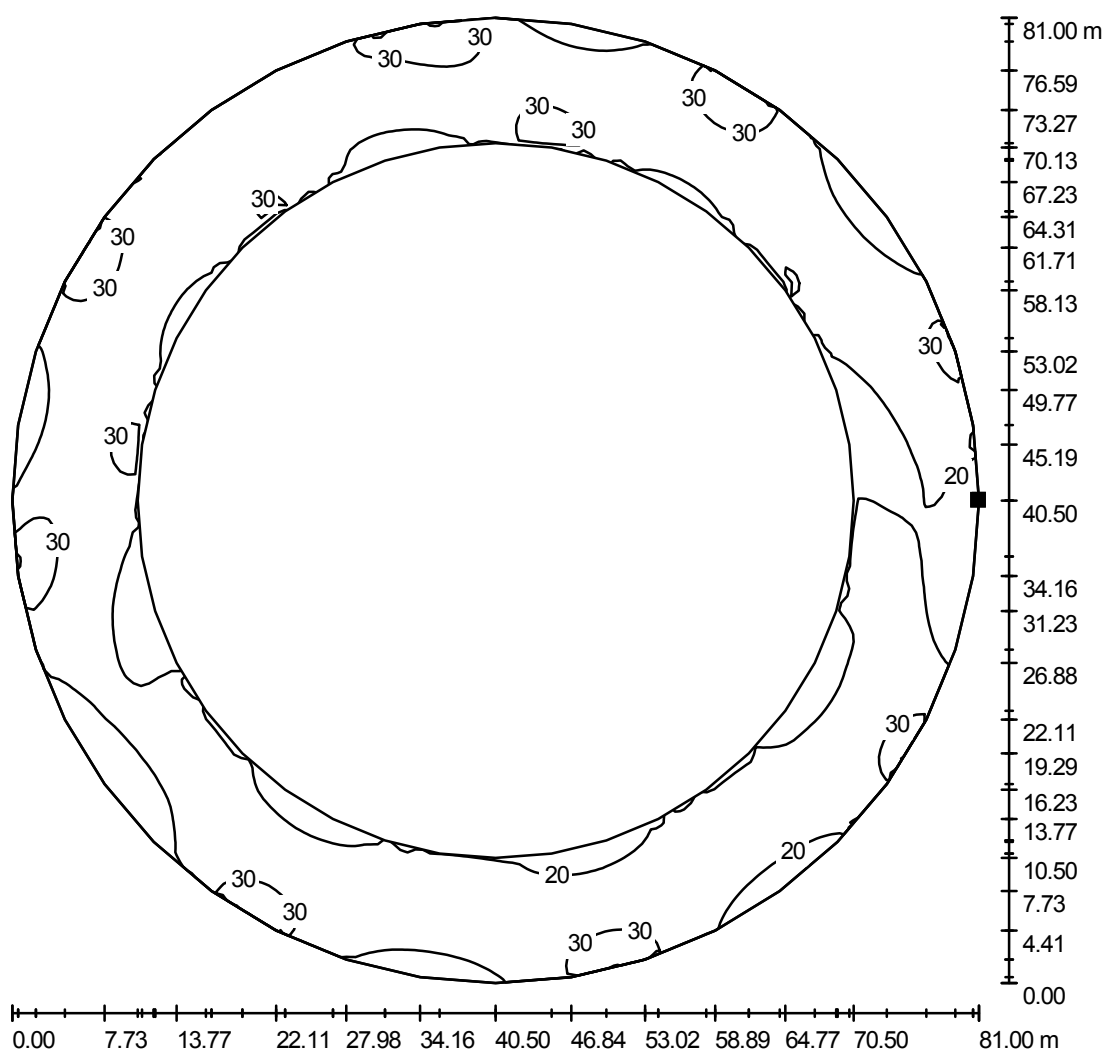
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 11 / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 11 / Rotonda entrada / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 634

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (860.927 m, 218.133 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
24

E_{min} [lx]
11

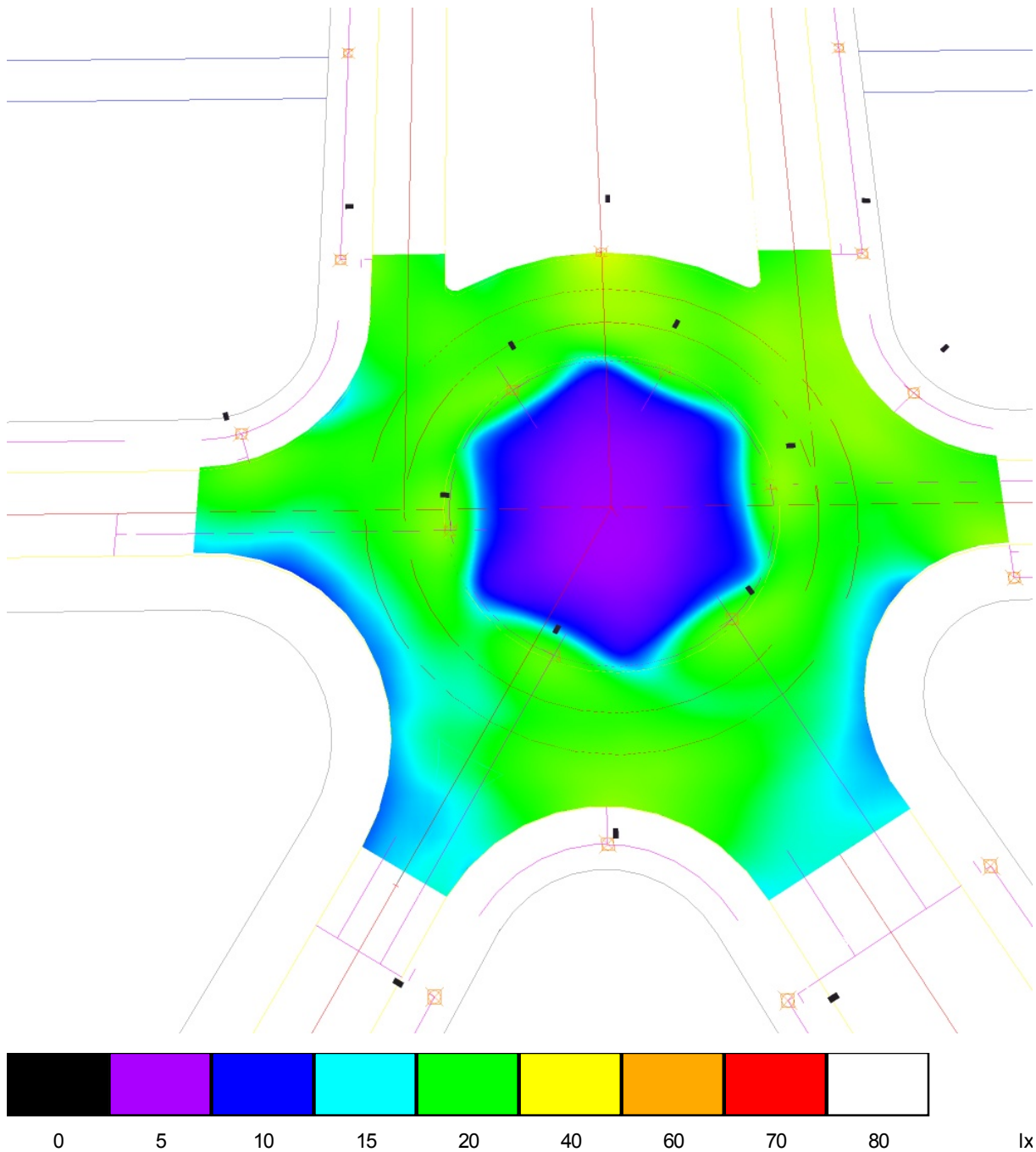
E_{max} [lx]
36

E_{min} / E_m
0.439

E_{min} / E_{max}
0.297

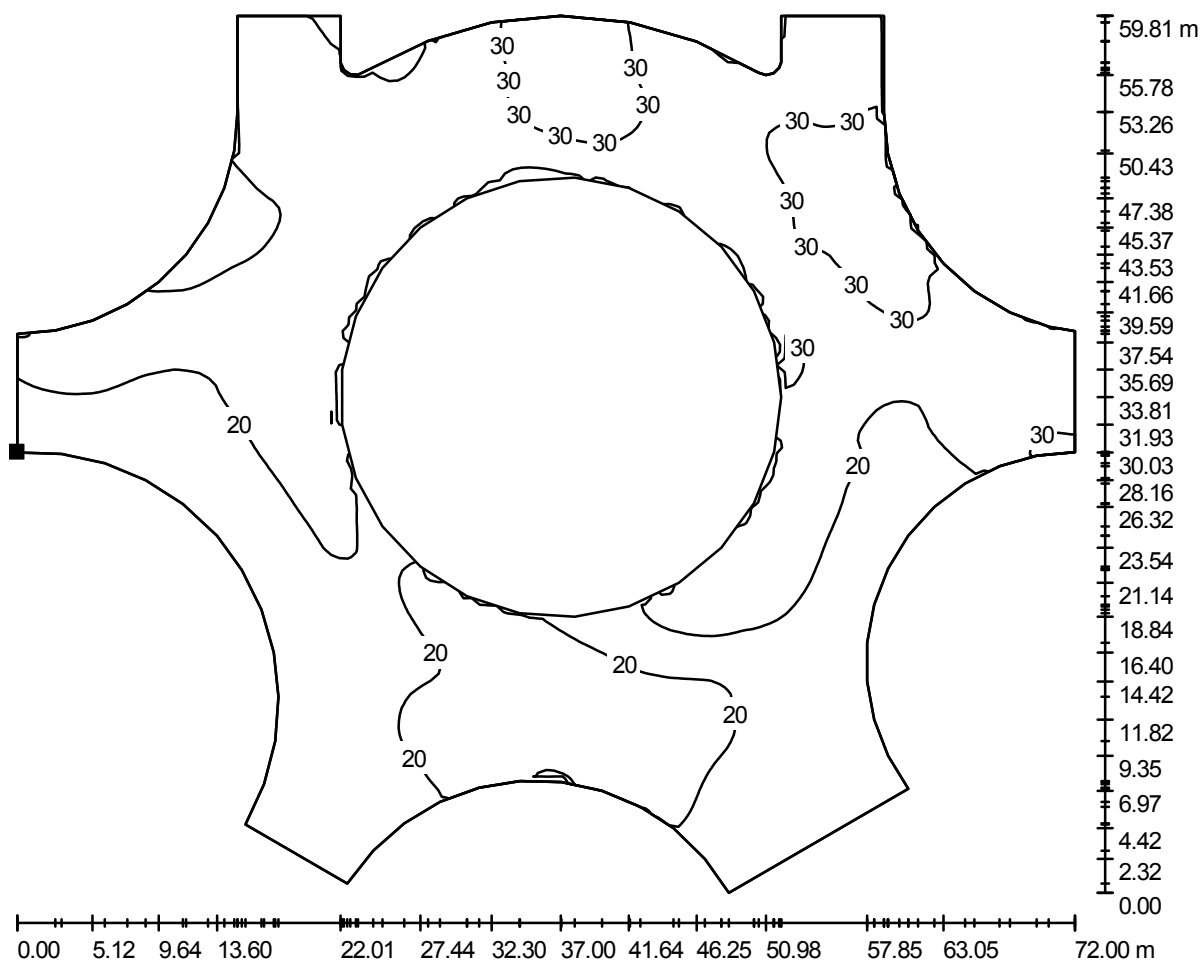
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 9 / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

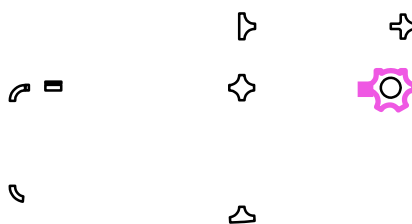
Zonas especiales / Escena de luz 9 / Rotonda / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 515

Situación de la superficie en la
 escena exterior:

Punto marcado:
 (707.529 m, 345.820 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
 23

E_{min} [lx]
 11

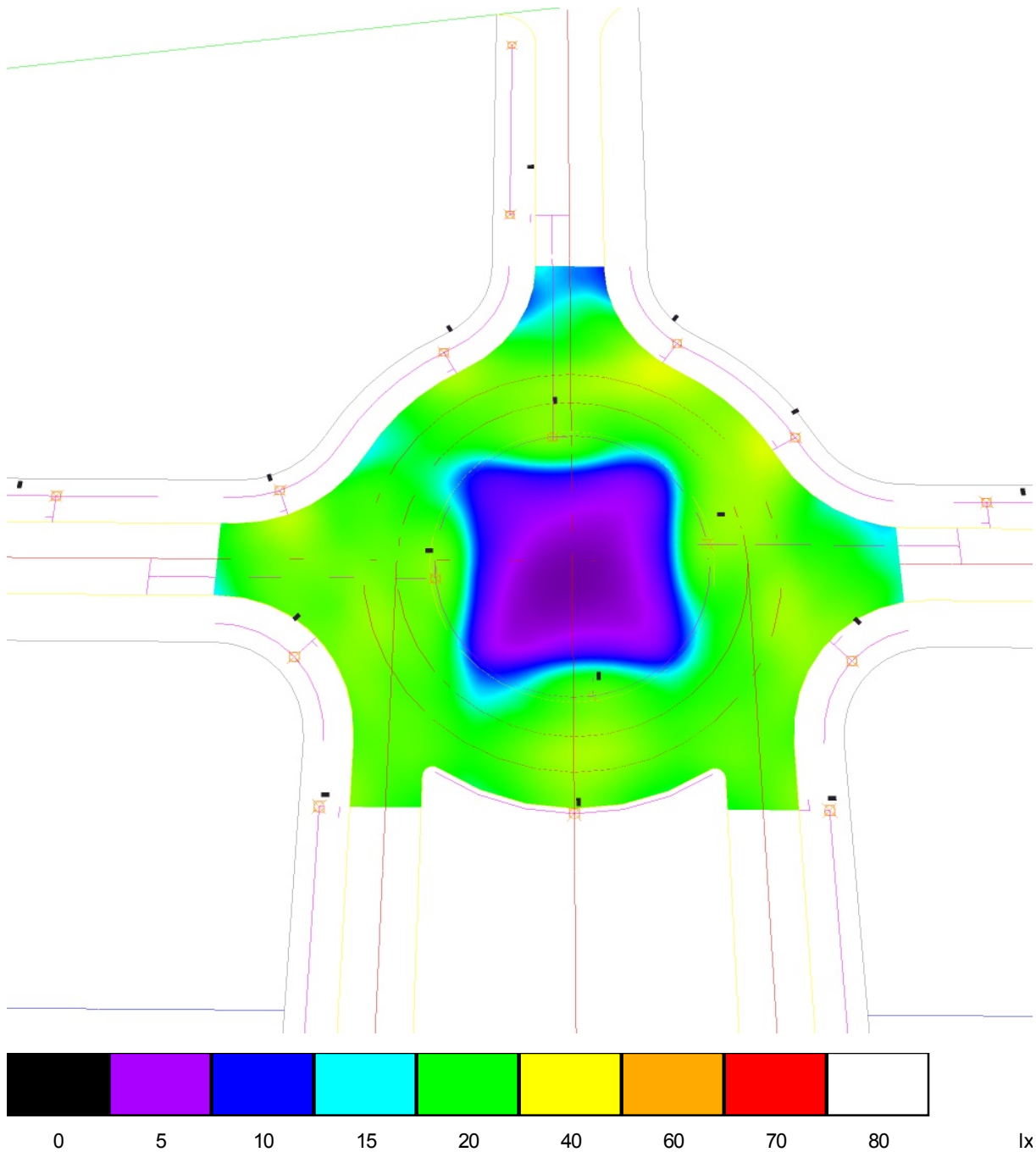
E_{max} [lx]
 36

E_{min} / E_m
 0.506

E_{min} / E_{max}
 0.313

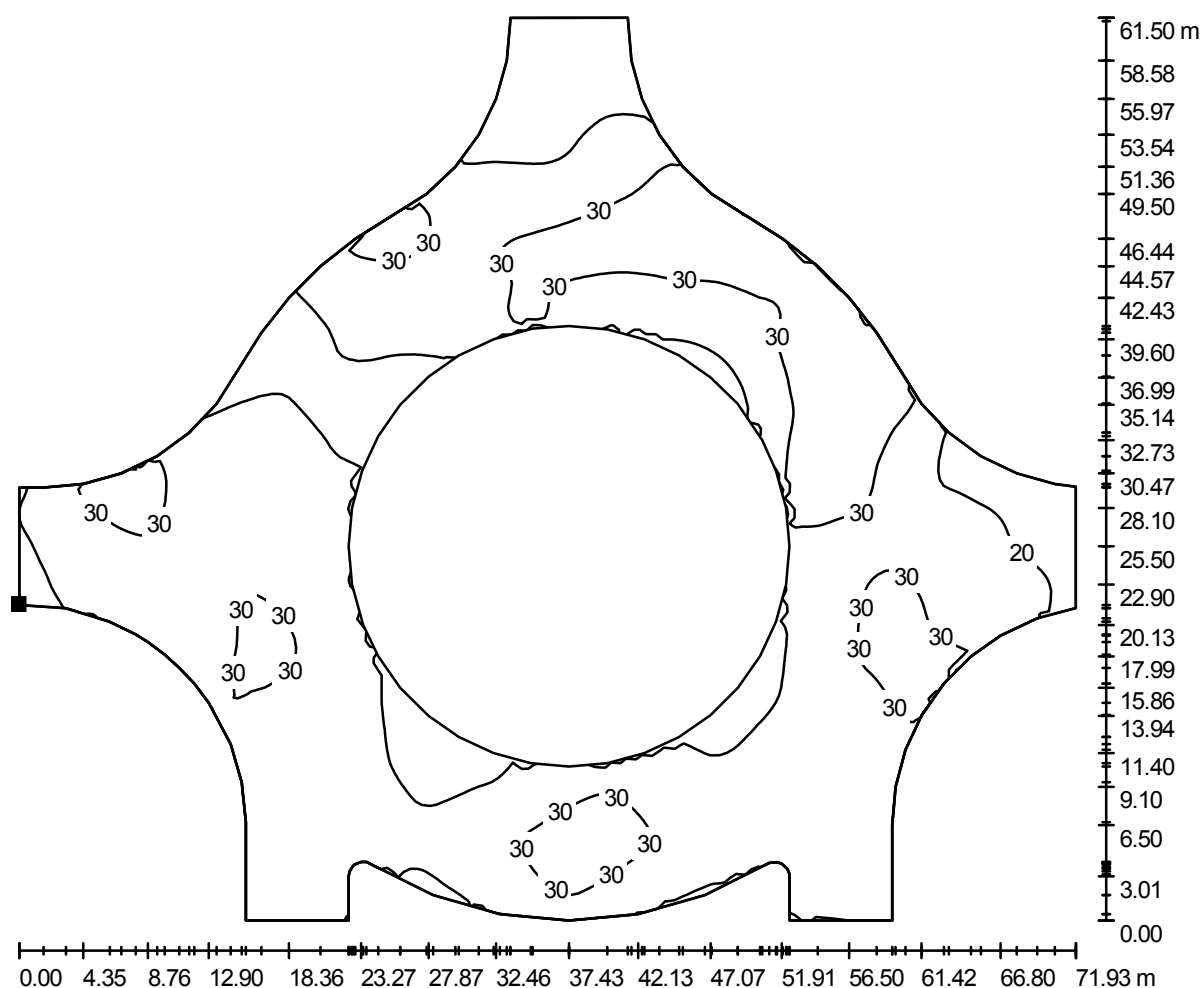
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 10 / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 10 / Rotonda2 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 515

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (707.100 m, 686.588 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
26

E_{min} [lx]
10

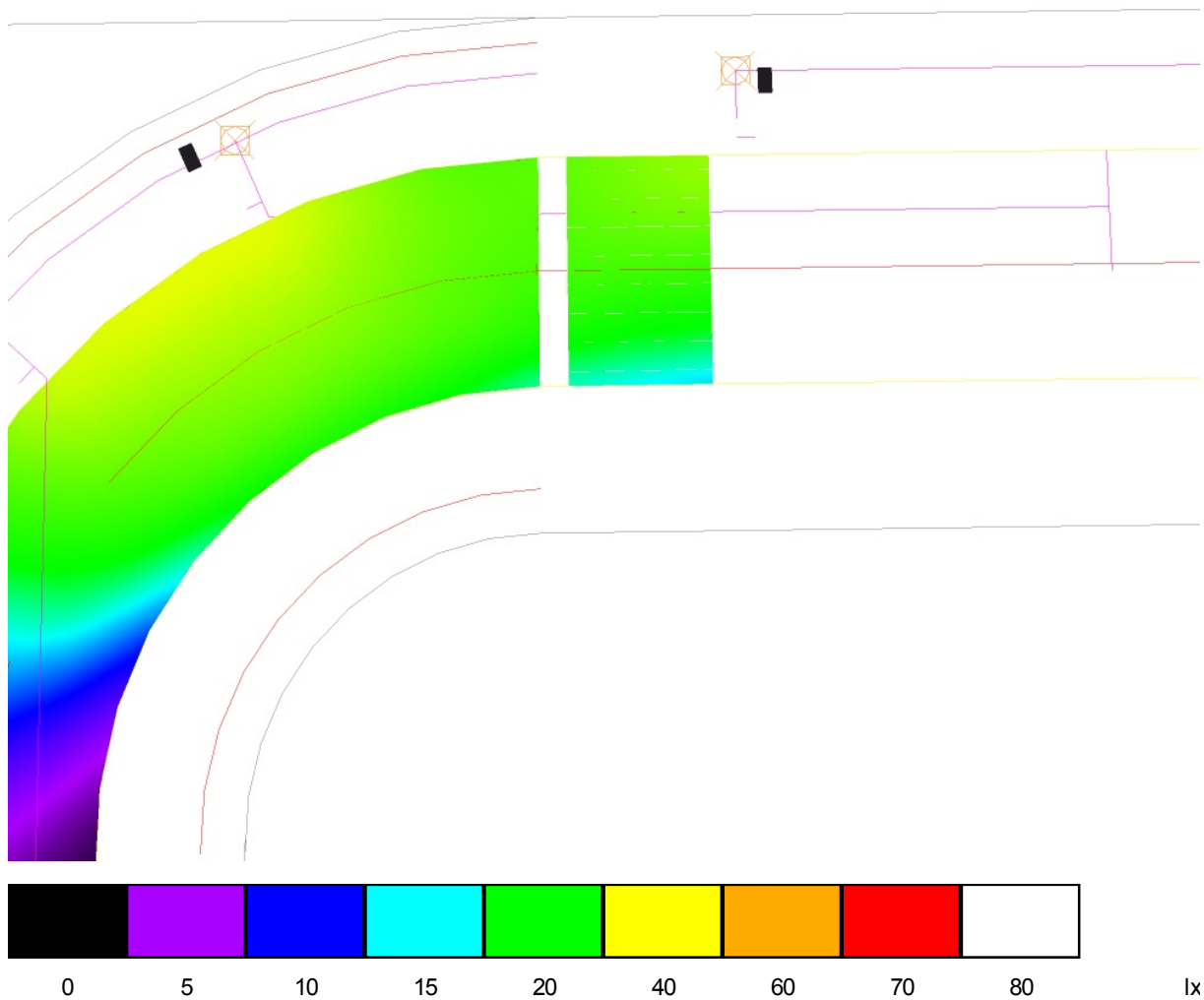
E_{max} [lx]
38

E_{min} / E_m
0.402

E_{min} / E_{max}
0.270

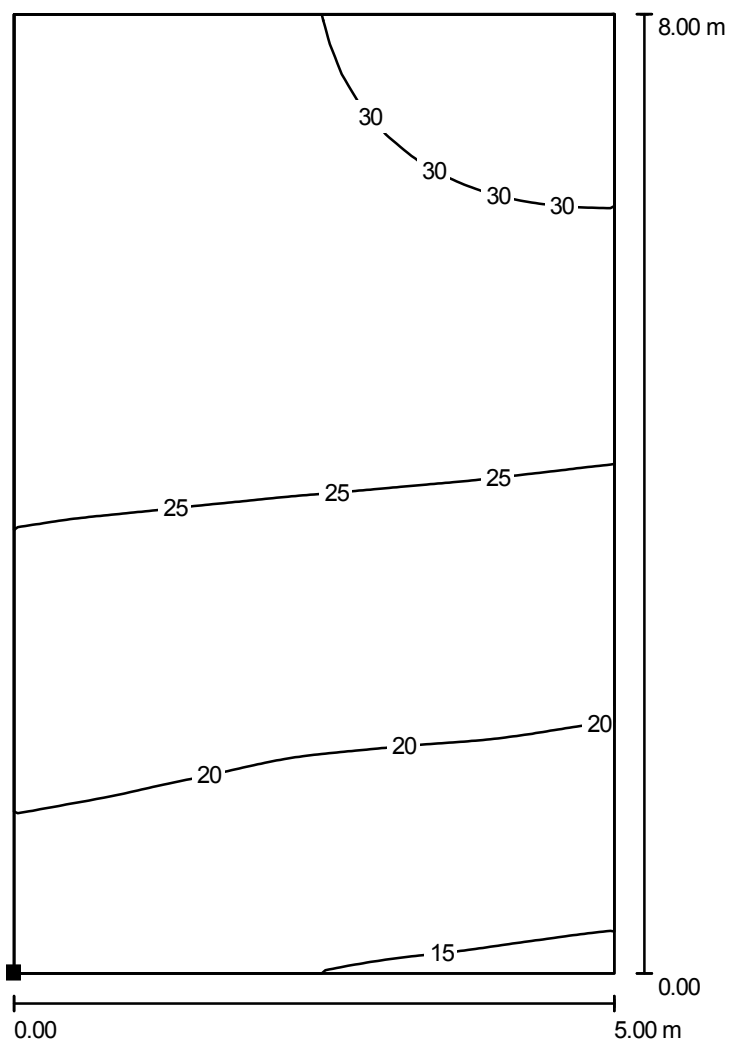
Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 3 / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
 Teléfono 635380655
 Fax
 e-Mail

Zonas especiales / Escena de luz 3 / paso peatones / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 63

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (191.559 m, 345.599 m, 0.000 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]
24

E_{min} [lx]
14

E_{max} [lx]
32

E_{min} / E_m
0.589

E_{min} / E_{max}
0.449

2.3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Las columnas utilizadas llevan una cimentación de hormigón que ayuda a contrarrestar las fuerzas exteriores que tienden a provocar el vuelco del apoyo. Para el cálculo de la cimentación se utilizará el método de Sulzberger.

Cálculo del momento de vuelco:

Se considera que el esfuerzo más desfavorable que actúa sobre la columna corresponde al viento, considerando una presión dinámica del viento P_v de 450 N/m^2 .

$$M_v = F(H + \frac{2}{3}h)$$

M_v = Momento de vuelco expresada en metros por tonelada

F = Fuerza que actúa sobre el apoyo y sobre la luminaria en toneladas

H = Altura sobre el terreno, hasta el punto de aplicación de F , en metros

h = Altura de la cimentación en metros

$$F = P_v(S_s + S_l)$$

S_l es la superficie de la luminaria y para la del soporte: $S_s = \frac{D+d}{2} \cdot (H + w)$

D = Diámetro en la base del soporte en metros

d = Diámetro en la punta del soporte en metros

w = Longitud del brazo del soporte en metros

H soporte (m)	9	12
w (m)	2,4	1
D / d (m)	0,192 / 0,06	0,218 / 0,06
Ss (m²)	1,44	1,81
Sl (m²)	0,1	
F (t)	0,071	0,087
h (m)	1,2	
Mv (m*t)	0,696	1,11

Cálculo del momento estabilizador:

El momento de vuelco debemos contrarrestarlo por una parte con el momento estabilizador del terreno M_1 y por otra con el momento estabilizador del bloque de hormigón y el peso propio del apoyo M_2 .

$$M_e = M_1 + M_2 = 0,139 \cdot K \cdot a \cdot h^4 + 0,88 \cdot h \cdot a^3 + 0,4 \cdot a \cdot P_{apoyo}$$

K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2m de profundidad= 10 kg/cm^3

a = Base de la cimentación en metros

P = Peso del apoyo y luminarias en toneladas

a (m)	0,8
h (m)	1,2
P (t)	0,0765
Me (m*t)	2,871

Coeficiente de seguridad:

$$C_s = \frac{M_e}{M_v}$$

H soporte (m)	9	12
Me (m*t)	2,871	2,871
Mv (m*t)	0,696	1,11
Cs	4,1	2,6

Valores superiores al coeficiente mínimo de 2,5 indicado en ITC-BT-09. Por tanto, las dimensiones previstas para los dados de cimentación son correctas.

2.4. TABLAS Y RESULTADOS DE CÁLCULOS

Sección de los conductores:

Descripción	Potencia	Intensidad	Máxima c.d.t.	Sección
Acometida	5400 W	8,66 A	0,21 %	6 mm ²
Circuitos de Salida	2700 W	4,33 A	2,3012 %	6 mm ²
Circuito de Control (RF)				2,5 mm ²
Red de tierra (TT)				16 mm ²

Por tanto los cables serán 4(1x6) mm²+TT+RF en todos los circuitos de alumbrado público, excepto en sus tramos finales donde serán 3(1x6) mm²+TT+RF y 2(1x6) mm²+TT+RF.

Protecciones:

Descripción	Intensidad	I Admisible	Magnetotérmico	I Cortocircuito	Diferenciales
Acometida	8,66 A	58 A	4P-16 A	6 kA	
Circuitos de Salida	4,33 A	58 A	1P-6 A	6 kA	4P-300mA-6A

Murcia, Mayo de 2013
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Adrián Ortigosa Buendía

***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

***DOCUMENTO Nº 2: ANEXOS
ANEXO Nº 2: ESTUDIO ECONÓMICO***

ESTUDIO ECONÓMICO

- 1. – PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ESPERADA**
- 2. – ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN**
 - 2.1. – INGRESOS**
 - 2.2. – COSTES**
 - 2.3. – ANÁLISIS ECONÓMICO**
- 3. – CONCLUSIÓN**

ESTUDIO ECONÓMICO

1. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ESPERADA

Se calcula la energía diaria demandada por la instalación de alumbrado público conectada a una instalación FV en cada mes del año mediante:

$$E_d = P_{instalada} \cdot h_{funcionamiento} \frac{kWh}{día}$$

Se calcula la producción media de energía diaria generada por la instalación FV en cada mes del año mediante:

$$E_g = P_{generador} \cdot HSP \cdot PR \frac{kWh}{día}$$

Horario de funcionamiento de las luminarias:

a) Horario de Invierno:

La instalación de alumbrado público estará funcionando durante 12h.

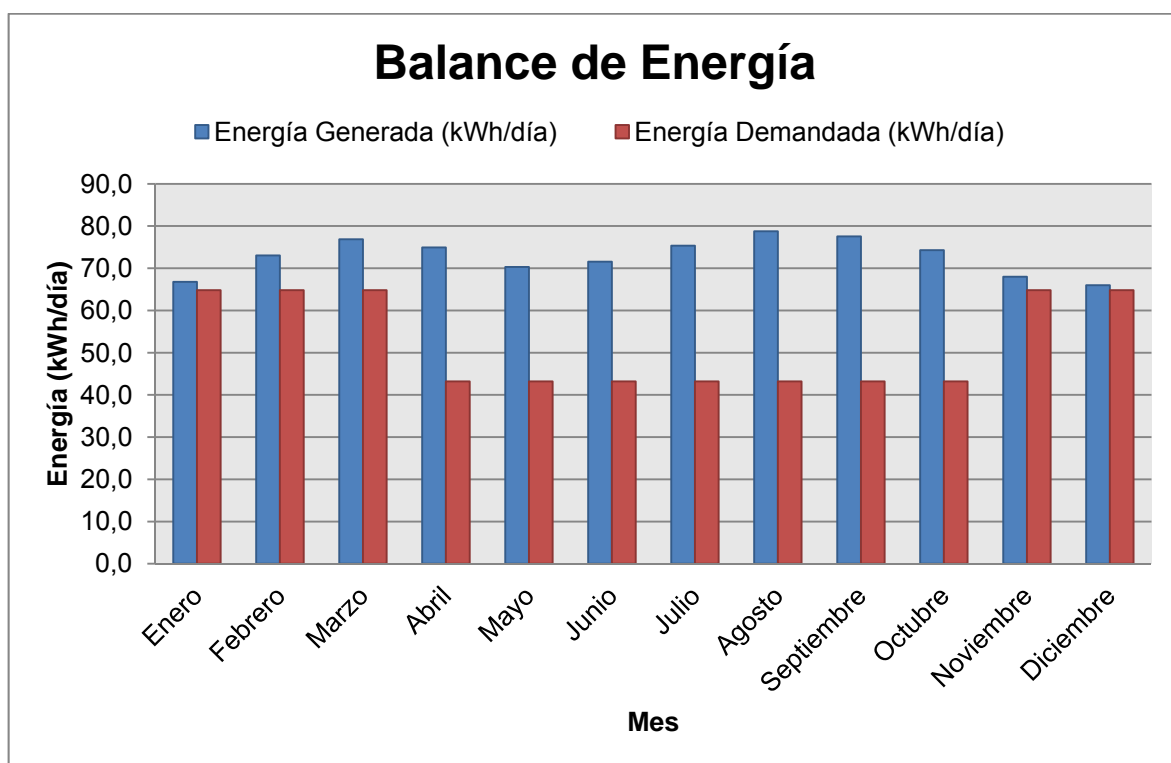
b) Horario de Verano:

La instalación de alumbrado público estará funcionando durante 8h.

En la siguiente tabla se muestran los valores de la energía media generada y demandada mensualmente:

Mes	HSP (kWh/m ² /día)	PR	Potencia Generador FV (Wp)	Energía Generada (kWh/día)	Potencia instalada (W)	Horas	Energía Demandada (kWh/día)
Enero	4,91	0,817	16650	66,791	5400	12	64,800
Febrero	5,37	0,817	16650	73,048	5400	12	64,800
Marzo	5,65	0,817	16650	76,857	5400	12	64,800
Abril	5,51	0,817	16650	74,953	5400	8	43,200
Mayo	5,17	0,817	16650	70,328	5400	8	43,200

Junio	5,26	0,817	16650	71,552	5400	8	43,200
Julio	5,54	0,817	16650	75,361	5400	8	43,200
Agosto	5,79	0,817	16650	78,762	5400	8	43,200
Septiembre	5,70	0,817	16650	77,537	5400	8	43,200
Octubre	5,46	0,817	16650	74,273	5400	8	43,200
Noviembre	5,00	0,817	16650	68,015	5400	12	64,800
Diciembre	4,85	0,817	16650	65,975	5400	12	64,800



Se puede observar que se cubren las necesidades energéticas mínimas de la instalación de alumbrado público, ya que en Diciembre, periodo de diseño por ser el mes con menor radiación, la energía generada es mayor que la energía demandada.

Para el resto de meses existe mayor producción de energía, generando en los meses con horario de verano grandes excesos de energía, ya que existe menor demanda energética. Estos excesos de energía podrían aprovecharse para las necesidades energéticas propias de las naves industriales utilizadas o para verter energía a la red de distribución del polígono industrial.

2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN

El último objetivo del presente proyecto es conocer si actualmente es rentable una instalación de este tipo, así como el uso de este tipo de sistemas en un futuro próximo. En este apartado se realizará un análisis económico de una instalación FV conectada con su respectivo centro de mando, con una vida útil de la instalación FV de veinticinco años. Se ha tenido en cuenta el valor actualizado del dinero.

2.1. INGRESOS

Los ingresos estimados de la instalación FV provienen de los ahorros en la factura eléctrica de la instalación de alumbrado público durante su vida útil, teniendo en cuenta el término de energía consumida, el término de potencia contratada y los impuestos derivados de éstos. En el supuesto caso de estar conectada a la red de distribución de BT, el alumbrado público se factura por centro de mando, por tanto, los ingresos/ahorros anuales de la instalación para una tarifa 2.0A y una potencia contratada de 6,582 kW serán:

ENERGÍA		
Potencia facturada	6,582 kW x 35,649473 €/kW año	234,64 €
Energía facturada	Invierno: 64,8 kWh/d x 0,124985 €/kWh x 151 días	1.223,10 €
	Verano: 43,2 kWh/d x 0,124985 €/kWh x 214 días	1.155,60 €
Impuesto sobre electricidad	4,864% s/2613,34 € x 1,05113	133,61 €
TOTAL ENERGÍA		2.747 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos de medida	365 días x 0,017753 €/día	6,50 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		6,50 €
IMPORTE TOTAL		2.753,50 €
IVA	21% s/2753,5 €	578,23 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		3332 €/año

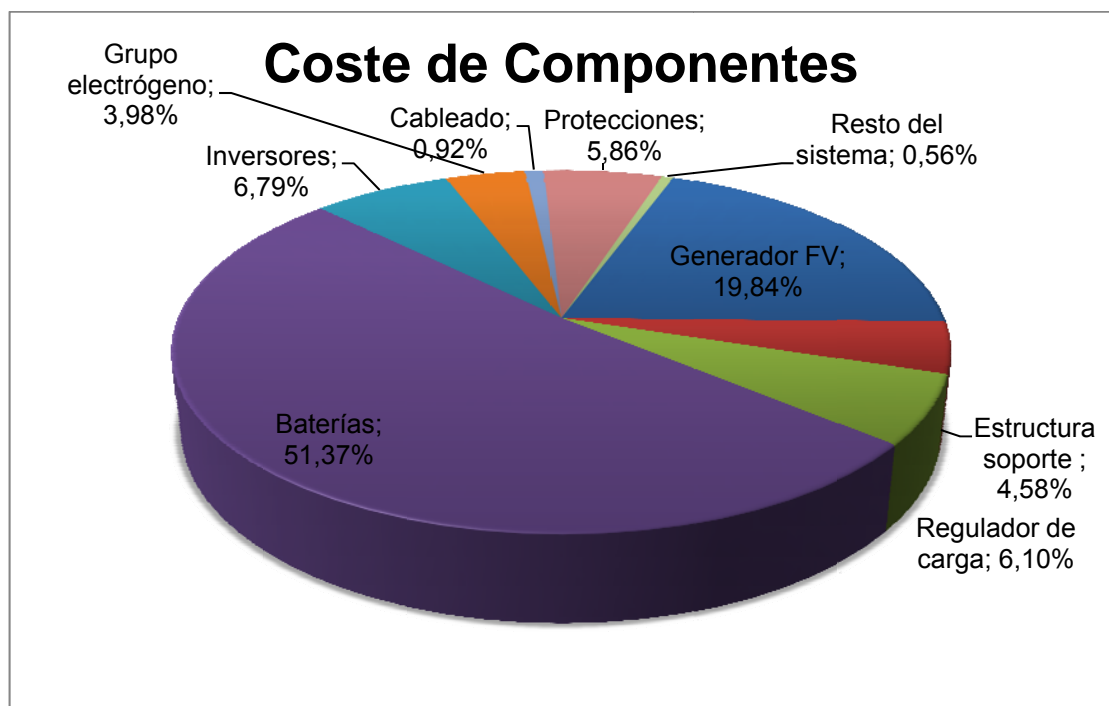
Además, la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a través de la Orden de 4 de junio de 2013, de la Consejería de Universidades, Empresa e Investigación por la que se establecen las Bases Regulatorias y se convocan subvenciones a empresas, familias o personas físicas, instituciones sin fines de

lucro y Corporaciones Locales con destino a la ejecución y explotación de proyectos de instalaciones de aprovechamiento de recursos energéticos renovables en las áreas eólica, solar fotovoltaica, biomasa/biogás, biocombustibles geotérmica, mini-hidráulica y eficiencia energética en el ejercicio 2013, subvenciona las instalaciones FV aisladas con acumulación dentro de su ámbito territorial. Dicha subvención, cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), asciende a 40.000 € que dividida entre las cuatro instalaciones FV resulta un ingreso de 10.000 €.

2.2. COSTES

A pesar del avance tecnológico de los últimos años, los costes de instalación de una planta FV son todavía bastante elevados. Dicho coste para una instalación fotovoltaica mediana se estima entre 4.500 a 6.000 €/kWp, margen en el que se encuentra nuestra instalación con 5.904,2 €/kWp.

Como se puede observar en el Documento Presupuesto, nuestra instalación FV de 16,65 kWp consta de una inversión inicial de 98.304,69 € divididos en:



Como puede observarse, el componente con mayor coste son las baterías, siendo además el componente más sensible y crítico de una instalación FV aislada.

Una instalación FV requiere de una inversión inicial elevada, pero tiene unos costes de explotación limitados: el "combustible" se obtiene de forma gratuita, y los costes de mantenimiento son limitados ya que no existen partes móviles en el sistema. Por ello, se estima que estos costes tienen un valor anual del 0,25% de la inversión inicial de la instalación e incluyen los gastos de sustitución.

La instalación FV estará autofinanciada, por lo que no existen costes por financiación.

2.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis y la amortización de la inversión se utilizará el Valor Actual Neto (VAN), criterio para evaluar la rentabilidad económica de una inversión inicial (I_0) teniendo en cuenta el valor actualizado de los flujos de caja:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I_0$$

n = Años de duración de la inversión. 25 años

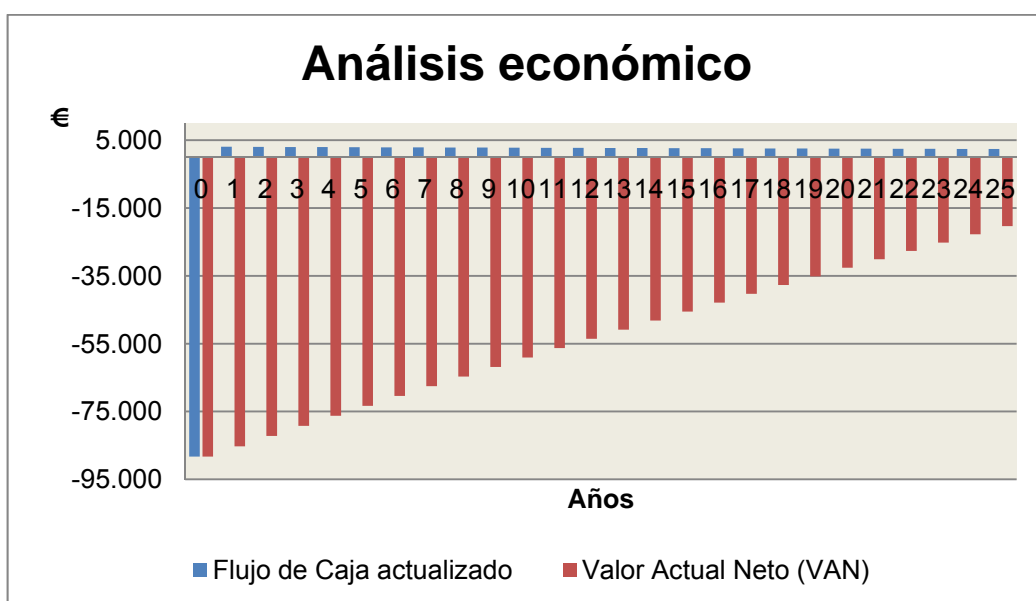
FC = Flujo de Caja en cada periodo t . Diferencia entre ingresos y costes

k = Tasa de descuento o Coste del capital. Diferencia entre la tasa de interés estimada y la tasa de inflación, estimada en 1%

En la siguiente tabla se muestran los valores del análisis económico de la instalación FV:

Año	Ingresos/Ahorros (€)	Costes (€)	FC actualizado (€)	VAN (€)
0	10.000	98.304,69	-88.304,69	-88.304,69
1	3.332	245,7	3.055,74	-85.248,95
2	3.332	245,7	3.025,49	-82.223,46

3	3.332	245,7	2.995,53	-79.227,93
4	3.332	245,7	2.965,87	-76.262,05
5	3.332	245,7	2.936,51	-73.325,55
6	3.332	245,7	2.907,43	-70.418,11
7	3.332	245,7	2.878,65	-67.539,46
8	3.332	245,7	2.850,15	-64.689,32
9	3.332	245,7	2.821,93	-61.867,39
10	3.332	245,7	2.793,99	-59.073,40
11	3.332	245,7	2.766,32	-56.307,08
12	3.332	245,7	2.738,93	-53.568,14
13	3.332	245,7	2.711,82	-50.856,33
14	3.332	245,7	2.684,97	-48.171,36
15	3.332	245,7	2.658,38	-45.512,98
16	3.332	245,7	2.632,06	-42.880,92
17	3.332	245,7	2.606,00	-40.274,91
18	3.332	245,7	2.580,20	-37.694,71
19	3.332	245,7	2.554,65	-35.140,06
20	3.332	245,7	2.529,36	-32.610,70
21	3.332	245,7	2.504,32	-30.106,38
22	3.332	245,7	2.479,52	-27.626,86
23	3.332	245,7	2.454,97	-25.171,89
24	3.332	245,7	2.430,67	-22.741,22
25	3.332	245,7	2.406,60	-20.334,62



Puede observarse que el VAN al final de la vida útil de la instalación es negativo y que nuestro Plazo de Recuperación es:

$$PR = \frac{I_0}{FC} = \frac{88.304,69}{3332 - 245,7} = 28,6 \text{ años}$$

Superior a los 25 años, por lo tanto nuestra inversión no es rentable desde un punto de vista estrictamente económico. Las posibles soluciones para que el proyecto resultase rentable y amortizado serían:

- Aprovechar los grandes excesos de energía que se generan en el horario de verano para las necesidades energéticas de las naves industriales utilizadas.
- Aprovechar estos excesos de energía para verter energía a la red de distribución del polígono industrial, con su correspondiente retribución económica.
- Realizar la ejecución del proyecto en un futuro próximo cuando los costes de las tecnologías fotovoltaicas se abaraten.

3. CONCLUSIÓN

La puesta en marcha de un proyecto de estas características requiere una inversión importante por el elevado precio de algunos de los elementos de la instalación, en especial el precio que tienen las baterías. Pero hay que tener en cuenta que la aportación socio-ambiental contribuye a la realización del proyecto con otros beneficios como:

- Disminución de emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero.
- Un menor impacto sobre el entorno.
- El aumento de la seguridad de suministro derivado del uso de fuentes autóctonas.
- El ahorro de energía primaria, combustibles fósiles.
- La buena adaptación de las luminarias LED a la energía fotovoltaica aislada, ya que realizan la función de no encarecer la instalación FV.
- Dar salida a la energía fotovoltaica en este contexto de crisis, donde la disminución de la energía consumida provoca el descenso de la potencia instalada en instalaciones FV conectadas a red.

Como dato informativo, se estima que se genere entre las 4 instalaciones FV:



Murcia, Mayo de 2013
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Adrián Ortigosa Buendía

***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

***DOCUMENTO N° 2: ANEXOS
ANEXO N° 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS***

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1. – DATOS DE RADIACIÓN SOLAR**
- 2. – PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO**
- 3. – ESTRUCTURA SOPORTE**
- 4. – REGULADOR DE CARGA SOLAR MPPT**
- 5. – BATERÍA SOLAR**
- 6. – INVERSOR, ESQUEMA DE CONEXIÓN Y DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD**
- 7. – GRUPO ELECTRÓGENO DIESEL**
- 8. – CABLE SOLAR ZZ-F (AS)**
- 9. – INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO Y CURVAS DE LIMITACIÓN**
- 10. – CANALIZACIONES: BANDEJAS Y TUBOS**
- 11. – LUMINARIA LED Y CONTROL DE FLUJO**

Irradiación global en el emplazamiento seleccionado

Lugar: 38°6'5" Norte, 1°13'49" Oeste, Elevación: 114 m.s.n.m,

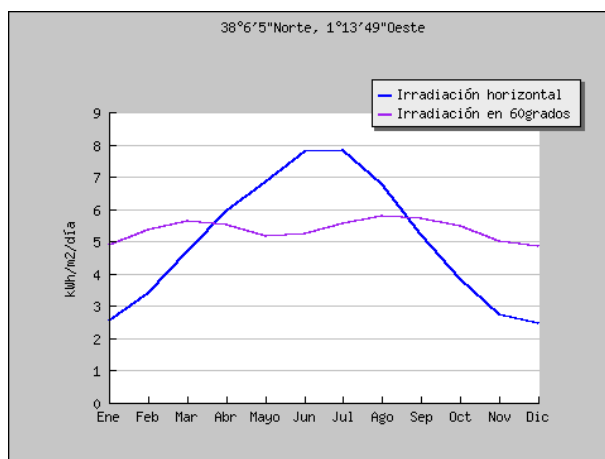
El ángulo de inclinación óptimo es: 35 grados

Irradiación anual perdida a causa de las sombras (horizontal): 0.0 %

Mes	Hh	H(60)
Ene	2550	4910
Feb	3420	5370
Mar	4700	5650
Abr	5930	5510
Mayo	6830	5170
Jun	7780	5260
Jul	7840	5540
Ago	6770	5790
Sep	5200	5700
Oct	3840	5460
Nov	2750	5000
Dic	2450	4850
Año	5020	5350

Hh: Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m2/dia)

H(60): Irradiación sobre plano inclinado:60grados (Wh/m2/dia)



PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

20% DE EFICIENCIA

Los paneles SunPower E20 son los más eficientes del mercado en la actualidad, ya que proporcionan más potencia con el mismo espacio.

COMPATIBILIDAD CON INVERSORES SIN TRANSFORMADOR

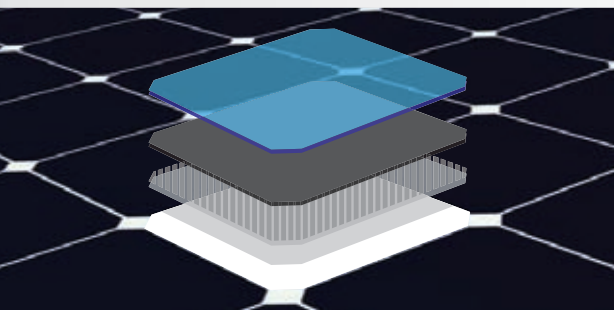
La total compatibilidad con inversores garantiza a los clientes que podrán utilizar los paneles más eficientes con los inversores más eficientes a fin de maximizar el rendimiento del sistema.

TOLERANCIA POSITIVA DE POTENCIA

La tolerancia positiva garantiza a los clientes la obtención de la potencia nominal o incluso más en todos los paneles.

DISEÑO FIABLE Y ROBUSTO

El avanzado diseño modular y la tecnología de célula Maxeon™ exclusiva de SunPower garantizan una fiabilidad de primer orden.



TECNOLOGÍA DE CÉLULA MAXEON™

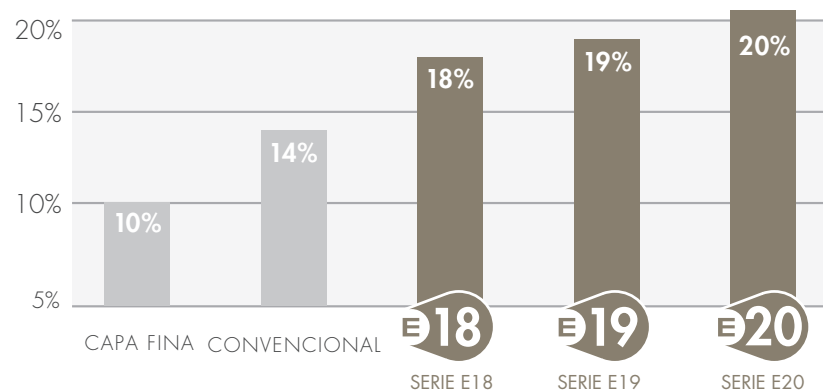
Células solares de contacto completamente posterior patentadas que proporcionan los niveles más altos de eficiencia y fiabilidad del sector.



THE WORLD'S STANDARD FOR SOLAR™

Los paneles solares E20 de SunPower™ proporcionan la eficiencia y el rendimiento más elevados en la actualidad. Con la tecnología de célula Maxeon™ de SunPower, la serie E20 ofrece eficiencias de conversión de panel de hasta un 20,4%. El reducido coeficiente tensión-temperatura y las prestaciones excepcionales en condiciones de escasez de luz de la serie E20 proporcionan un extraordinario rendimiento energético por vatio de potencia pico.

LA VENTAJA DE LA ALTA EFICIENCIA DE SUNPOWER



MODELOS: SPR-333NE-WHT-D, SPR-327NE-WHT-D

DATOS ELÉCTRICOS			
Medidos en condiciones de prueba estándar (STC): Irradiancia 1000 W/m², AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C			
Potencia nominal (+5/-0%)	P _{nom}	333 W	327 W
Eficiencia de célula	η	22,9%	22,5%
Eficiencia de panel	η	20,4%	20,1%
Voltaje en el punto de máxima potencia	V _{mpp}	54,7 V	54,7 V
Corriente en el punto de máxima potencia	I _{mpp}	6,09 A	5,98 A
Voltaje de circuito abierto	V _{oc}	65,3 V	64,9 V
Corriente de cortocircuito	I _{sc}	6,46 A	6,46 A
Voltaje máximo del sistema	IEC	1000 V	
Coeficientes de temperatura	Potencia (P)	- 0,38% / K	
	Voltage (V _{oc})	- 176,6 mV / K	
	Corriente (I _{sc})	3,5 mA / K	
NOCT		45 °C +/- 2 °C	
Corriente nominal de fusibles en serie		20 A	
Límite de corriente inversa (3 strings)	I _r	16,2 A	
Puesta a tierra		Puesta a tierra positiva no necesaria	

DATOS ELÉCTRICOS			
Medidos en temperatura nominal de operación de célula (NOCT): Irradiancia 800 W/m², 20 °C, viento de 1 m/s			
Potencia nominal	P _{nom}	247 W	243 W
Voltaje en el punto de máxima potencia	V _{mpp}	50,4 V	50,4 V
Corriente en el punto de máxima potencia	I _{mpp}	4,91 A	4,82 A
Voltaje de circuito abierto	V _{oc}	61,2 V	60,8 V
Corriente de cortocircuito	I _{sc}	5,22 A	5,22 A

DATOS MECÁNICOS			
Células	96 células SunPower Maxeon™		
Vidrio frontal	Cristal templado anti-reflectante de gran transmisividad		
Caja de conexiones	IP-65 con 3 diodos de bypass		
	32 mm x 155 mm x 128 mm		
Cables de salida	Cables de 1000 mm / conectores MultiContact (MC4)		
Marco	Aleación de aluminio anodizado tipo 6063 (negro)		
Peso	18,6 kg		

DIMENSIONES	
<p>→ Agujeros de puesta a tierra</p>	

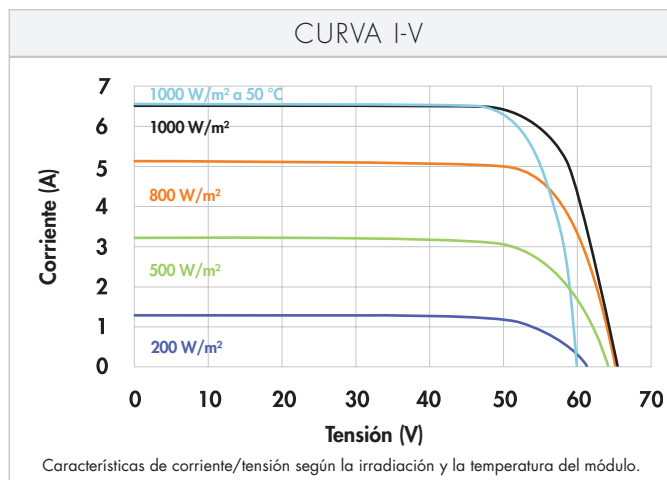
Lea las instrucciones de seguridad e instalación antes de utilizar este producto.
Visite sunpowercorp.es para obtener más detalles.

©2011 SunPower Corporation. SUNPOWER, el logotipo de SunPower y las marcas comerciales THE WORLD'S STANDARD FOR SOLAR y MAXEON son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de SunPower Corporation en EE. UU. y en otros países. Reservados todos los derechos. Las especificaciones incluidas en esta ficha técnica están sujetas a modificación sin previo aviso.

www.sunpowercorp.es

Documento n.º 001-65483 Rev*B / A4_ES

CS 11_302



CONDICIONES DE PRUEBA PARA CERTIFICACIONES	
Temperatura	- 40 °C a +85 °C
Carga máx.	550 kg/m² (5400 Pa), frontal (p. ej.: nieve) con configuraciones de montaje especificadas 245 kg/m² (2400 Pa) frontal y posterior (p. ej.: viento)
Resistencia al impacto	Granizo: 25 mm a 23 m/s

GARANTÍAS Y CERTIFICACIONES	
Garantías	Garantía limitada de potencia durante 25 años
	Garantía limitada de producto durante 10 años
Certificaciones	IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)

ESTRUCTURA MOUNTING SYSTEMS LAMBDA

Flexibilidad absoluta

La estructura Lambda se puede adaptar a las necesidades de cada cliente gracias a un ángulo de inclinación regulable y a sus diferentes posibilidades de fijación al tejado, que van desde el uso de lastre hasta la fijación directa sobre perfiles. Se pueden hacer filas de hasta un total de 12 m de módulos, siendo posible la instalación de éstos tanto en horizontal como en vertical.

Óptima adaptabilidad

Este inteligente sistema ha sido especialmente desarrollado para adaptarse sin problemas a cualquier tipo de tejado plano, sean cual sean sus requerimientos.

Rápido montaje

Todos los componentes han sido preconfeccionados conforme al tipo de módulo¹⁾ y a la configuración elegida. La tecnología Quickstone, un diseño inteligente y un alto grado de preensamblamiento, permiten una sencilla instalación con cortos tiempos de montaje y un uso mínimo de herramientas.

Estáticamente verificada

Lambda dispone, si así se desea²⁾, de un certificado de cumplimiento de la estática, que puede ser requerido para la solicitud de una licencia de obras.

Máxima vida útil

Todos los elementos de Lambda están contruidos en aluminio y acero inoxidable. Su alto grado de resistencia a la corrosión garantiza una larga vida útil y permite su reciclaje al completo.



1) Para recibir información más detallada póngase en contacto con nosotros antes de iniciar su planificación.

2) Con coste añadido (indicarlo a la hora de realizar el pedido).

Especificaciones eléctricas

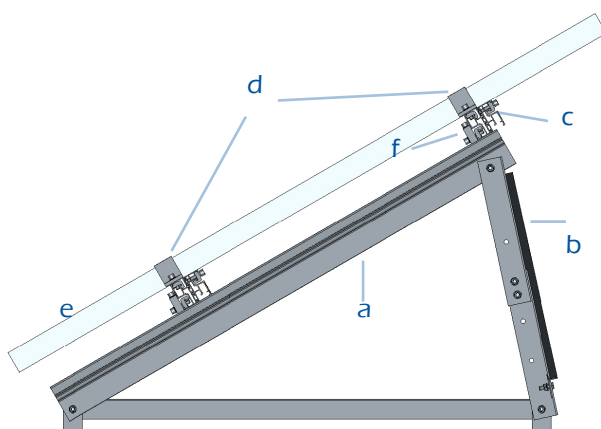
Lugar de montaje	Sobre cubierta plana ¹⁾ y suelo
Altura máxima del tejado	Depende de la zona de viento y de la categoría del terreno
Capacidad de carga	1900 PA cada 2,5 m ² de módulos por triángulo
Módulos fotovoltaico	Con y sin marco
Ordenación de los módulos	En filas (de hasta 10 m con una misma estructura)
Orientación de los módulos	Vertical, horizontal
Inclinación de la estructura	20 °, 25 °, 30 ° (otras inclinaciones son también posibles)
Dimensiones del campo de módulos	Libre
Ubicación del campo de módulos	Libre
Distancia del canto inferior del módulo al suelo	de 8 a 10 cm (otras separaciones son también posibles)
Normas:	Eurocódigo 9: Diseño de estructuras de aluminio parte 1.1 ²⁾ Documento básico SE-AE
Perfilería de la estructura	Aluminio extrusionado (EN AW 6063 T6)
Tornillería	Acero inoxidable (V2A)
Color	El propio del material
Garantía	10 años de garantía ³⁾

1) Atención: Comprobar siempre la capacidad de carga del tejado.

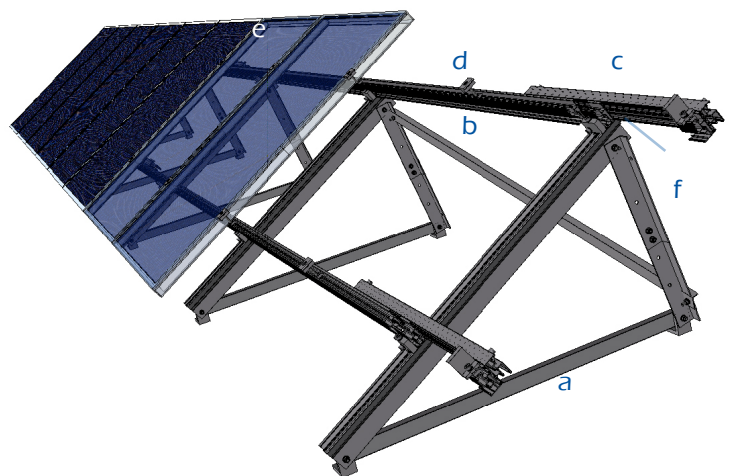
2) Con coste añadido (indicarlo a la hora de realizar el pedido).

3) Las condiciones y coberturas de la garantía las podrá encontrar de forma detallada en el documento "Garantía" de Mounting Systems GmbH.

Reservado el derecho de cambios sin previo aviso.



Vista perfil



Vista sistema

Componentes

- a) Triángulo (variante de la ilustración: triángulo con escudras)
- b) Diagonal
- c) Rail con pieza telescópica
- d) Fijador bilateral de módulo/fijador lateral de módulo
- e) Módulo
- f) X-Stone

Schneider Electric Xantrex™ XW MPPT 80 600 Solar Charge Controller

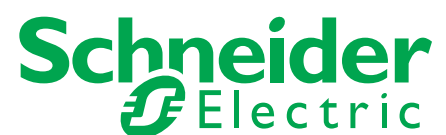
The XW MPPT 80 600 is an innovative solar charge controller that offers an industry-first set of features: high PV input voltage (up to 600 Vdc), Maximum Power Point Tracking (MPPT), and 80 A charge current. 600 Vdc PV input voltage delivers lower installation costs through fewer PV strings, longer home runs, smaller wiring and conduit, and virtual elimination of PV combiner boxes and circuit breakers. MPPT technology helps harvest the most energy available from the PV array, regardless of environmental conditions. 80 A battery charge current allows for connection of arrays rated at up to 4800 W (48 V battery bank).

Features

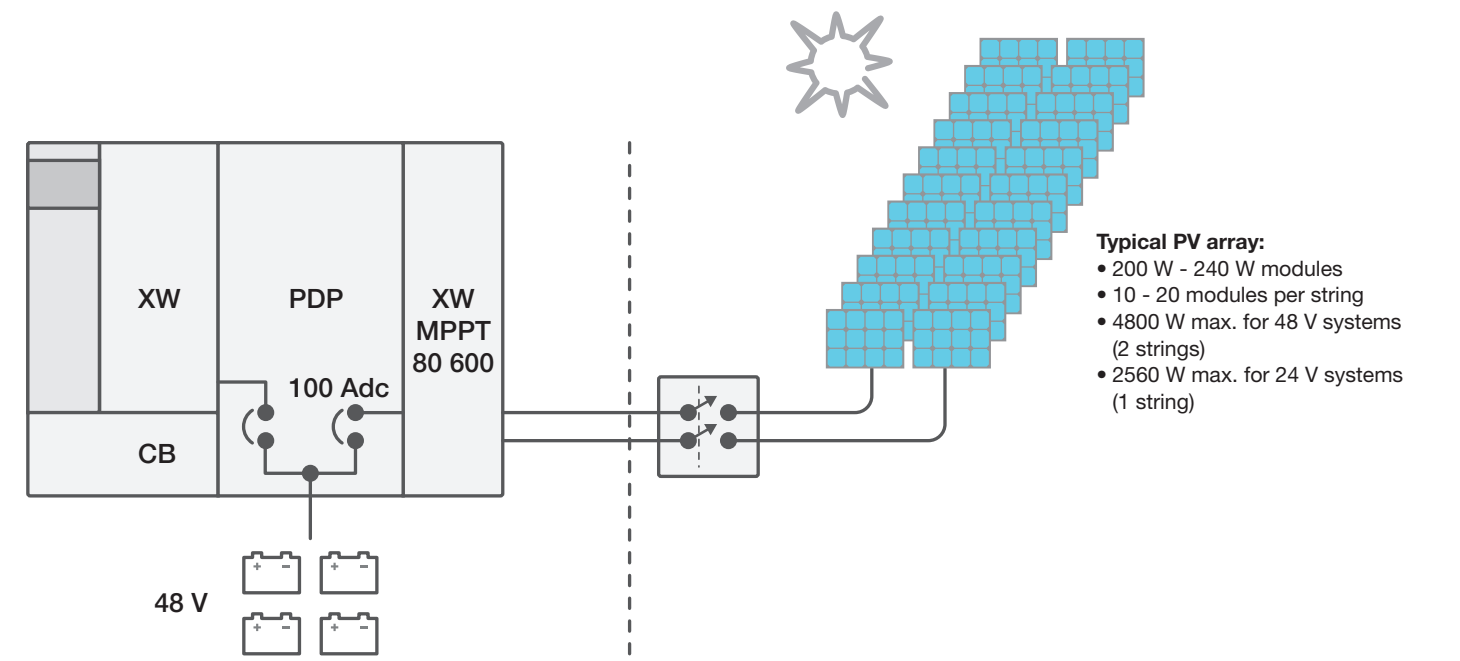
- Up to 600 Vdc input
 - Full Power Range: 230 to 550 Vdc
 - Operating Range: 195 to 550 Vdc
 - MPPT Range: 195 to 510 Vdc
 - PV Array Start Voltage: 230 Vdc
- 80 A Output; 48 V or 24 V Battery (nominal)
- Full Power (4,800 W; 2,560 W) up to 45 C (113 F)
- Fast Sweep MPPT Algorithm
- Two- or Three-stage Battery Charger, Plus EQ
- Battery Type Settings: FLA, AGM, Gel, Custom
- Battery Temperature Compensation
- High Efficiency: 96% nom @ 48 V; 94% nom @ 24 V
- Low Tare Loss (0.5 W; Xanbus Power Supply Off)
- Built-in GFP and Indicator
- Input Over-voltage and Over-current Protection
- Output Over-current and Back-feed Protection
- Over-temperature Protection
- PV Cell Compatibility: Mono, Poly, String, Thin-Film
- Selectable PV Array Grounding: (+), (-), or ungrounded
- Positive or Negative System Ground
- Xanbus Compatible with AGS, Gateway, SCP, and XW
- AUX Output (dry contact, form "C")
- PDP Mounting Compatible (30" x 8.5" x 8.5")
- Variable Speed Cooling Fans



For more information about this product email
re.pvsales@schneider-electric.com



Typical system configuration

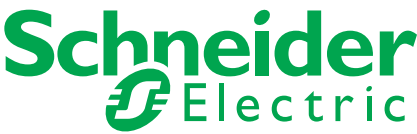


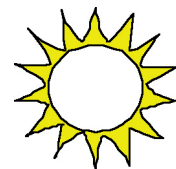
Xantrex™ XW MPPT 80 600

Device short name	XW MPPT 80 600
Electrical specifications	
Nominal battery voltage	24 and 48 V (Default is 48 V)
Max. PV array voltage (operating)	195 to 550 V
Max. PV array open circuit voltage	600 V
Max. PV array input current	35 A
Max. and min. wire size in conduit	#6 AWG to #14 AWG (13.5 to 2.5 mm ²)
Charger regulation method:	Three-stage (bulk, absorption, float) Two-stage (bulk, absorption)
General specifications	
Power consumption, night time	< 1 W
Enclosure material	Indoor, ventilated, aluminum sheet metal chassis with 22.22 mm and 27.76 mm (7/8 in and 1 in) knockouts and aluminum heat sink
Product weight	13.5 kg (29.8 lb)
Shipping weight	17.4 kg (38.3 lb)
Product dimensions (H x W x D)	76 x 22 x 22 cm (30 x 8.625 x 8.625 in)
Shipping dimensions (H x W x D)	87 x 33 x 27 cm (34.3 x 13 x 10.6 in)
Device mounting	Vertical wall mount
Ambient air temperature for operation	-20°C to 65°C (-4°F to 149°F), power derating above 45°C
Storage temperature range	-40°C to 85°C (-40°F to 185°F)
Operating altitude	Sea level to 2000 m (6562 ft)
Warranty	Five-year standard
Part number	865-1032
Regulatory approvals	
Certified to UL1741: 2nd Ed and to CSA 107.1-01; CE	

Specifications are subject to change without notice.

Make the most
of your energy





Technical Specification for Vented Lead-Acid Batteries (VLA)



1. Application

BAE *SECURA PVS solar* batteries are low maintenance and used to store electric energy in medium and large solar photovoltaic installations. Due to the robust tubular plate design BAE PVS batteries are excellent suited for highest requirement regarding cycling ability and long lifetime.

2. Technical data (Reference temperature 20 °C)

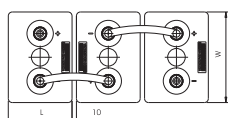
Type	C _{1 h} Ah	C _{10 h} Ah	C _{20 h} Ah	C _{72 h} Ah	C _{100 h} Ah	C _{120 h} Ah	C _{240 h} Ah	R _i 1) mΩ	I _k 2) kA	Length mm	Width mm	Height mm	Weight (dry) kg	Weight (filled) kg
U _e [V per cell]	1.65	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80							
2 PVS 140	54	111	128	156	160	162	166	1.90	1.27	105	208	420	9.3	14.3
3 PVS 210	79	162	187	226	231	234	240	1.27	1.62	105	208	420	11.3	16.3
4 PVS 280	99	201	232	278	285	286	295	0.95	2.16	105	208	420	12.5	17.0
5 PVS 350	127	257	298	358	366	369	379	0.76	2.70	126	208	420	15.2	21.0
6 PVS 420	156	317	368	444	454	458	470	0.63	3.24	147	208	420	17.8	25.0
5 PVS 550	211	371	414	475	488	496	528	0.70	2.90	126	208	535	20.0	27.0
6 PVS 660	263	468	522	604	620	628	669	0.58	3.48	147	208	535	22.8	32.0
7 PVS 770	306	543	606	700	718	729	777	0.50	4.06	168	208	535	26.4	37.0
6 PVS 900	359	670	752	900	933	944	976	0.47	4.32	147	208	710	32.7	46.0
8 PVS 1200	494	932	1,044	1,260	1,300	1,308	1,365	0.35	5.76	215	193	710	44.6	64.0
10 PVS 1500	589	1,090	1,226	1,468	1,510	1,536	1,588	0.28	7.20	215	235	710	54.3	75.9
12 PVS 1800	714	1,320	1,490	1,792	1,840	1,860	1,934	0.23	8.64	215	277	710	63.4	89.7
12 PVS 2280	882	1,670	1,866	2,181	2,250	2,280	2,397	0.22	9.18	215	277	855	75.4	110.0
16 PVS 3040	1,139	2,130	2,380	2,779	2,860	2,904	3,024	0.17	12.24	215	400	815	117.9	150.0
20 PVS 3800	1,470	2,780	3,100	3,643	3,750	3,804	3,984	0.14	15.30	215	490	815	127.0	187.0
22 PVS 4180	1,617	3,060	3,420	4,003	4,130	4,188	4,392	0.12	16.83	215	580	815	141.0	205.0
24 PVS 4560	1,814	3,470	3,880	4,564	4,710	4,776	5,016	0.11	18.36	215	580	815	146.0	218.8
26 PVS 4940	1,911	3,620	4,040	4,737	4,880	4,956	5,184	0.10	19.97	215	580	815	156.0	231.0

1) R_i and 2) I_k values according to IEC 60896-11

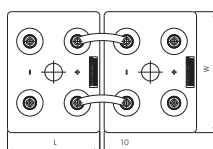
BAE *SECURA PVS solar* batteries as dry charged version are marked with "TG". e.g. 4 PVS 280 TG.

All values given in the table correspond to 100 % DOD. Please consider item 7.

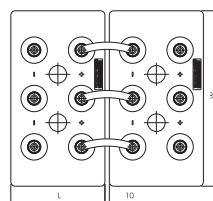
3. Terminal position



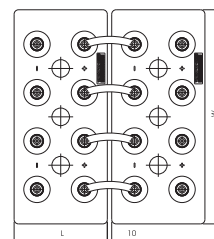
2 PVS 140 to 6 PVS 900



8 PVS 1200 to 12 PVS 2280



16 PVS 3040



20 PVS 3800 to 26 PVS 4940

Technical Specification of BAE *SECURA PVS solar*

Terminals are designed as female poles with brass inlay M10 for flexible insulated copper cables with cross-section 25, 35, 50, 70, 95 or 120 mm² or insulated solid copper connectors with cross-section 90, 150 or 300 mm².

4. Design

Positive electrode	tubular-plate with a woven polyester gauntlet and solid grids in a corrosion-resistant PbSbSnSe-low antimony alloy
Negative electrode	grid-plate in a low antimony alloy with long life expander material
Separation	microporous separator
Electrolyte	sulphuric acid with a density of 1.24 kg/l at 20 °C
Container	high impact, transparent SAN (Styrol-Acrylic-Nitrile), UL-94 rating: HB
Lid	high impact, SAN in dark grey colour, UL-94 rating: HB
Plugs	labyrinth plugs for arresting aerosol, optional ceramic plugs or ceramic funnel plugs according to DIN 40740
Pole-bushing	100 % gas- and electrolyte-tight, sliding, plastic-coated "Panzerpol"
Kind of protection	IP 25 regarding DIN 40050, touch protected according to VBG 4

5. Installation

BAE *SECURA PVS solar* batteries are designed for indoor applications. For outdoor applications please contact BAE.

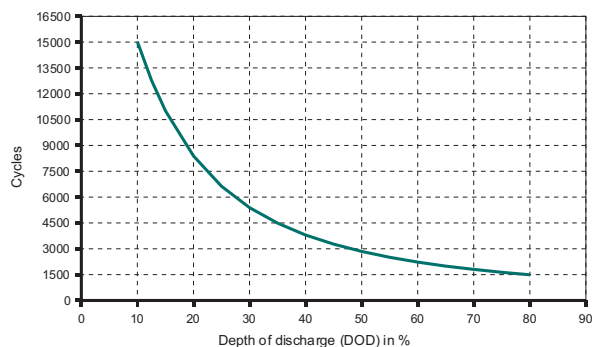
6. Maintenance

Every 6 months	check battery voltage as well as temperature
Every 12 months	check connections, record battery cell voltage as well as temperature
Every 3 years	average water-refilling interval (depending on utilization and ambient temperature)

7. Operational data

Depth of discharge (DOD)	max. 80 % ($U_e = 1.91$ V/cell for discharge times >10 h; 1.74 V/cell for 1 h) deep discharges of more than 80 % DOD have to be avoided
Charge current	unlimited, the minimal charge current has to be I_{10}
Charge voltage at cyclic operation	restricted from 2.30 V to 2.40 V per cell, operating instruction is to be observed
Floating voltage/non cyclic voltage	2.23 V/cell
Adjustment of charge voltage	no adjustment necessary if battery temperature is between 10 °C and 30 °C in the monthly average, otherwise $\Delta U/\Delta T = -0.003$ V/cell per K
Recharge to 100 %	within a period of 1 up to 4 weeks
IEC 61427 cycles	3150 (A+B)
Battery temperature	-20 °C to 55 °C, recommended temperature range 10 °C to 30 °C
Self-discharge	approx. 3 % per month at 20 °C

8. Number of cycles as function of DOD (Depth of discharge)



9. Transport

Batteries are not subject to ADR (road transport), if the conditions of special rule 598 (chapter 3.3) are observed.

10. Standards

Test standard	IEC 60896-11, IEC 61427
Safety standard, ventilation	EN 50272-2



BAE Batterien GmbH
Wilhelminenhofstraße 69/70
12459 Berlin · Germany
P.O. Box 9 · 12442 Berlin
Tel. +49 30 53001-661
Fax +49 30 5354949
E-mail: info@bae-berlin.de
www.bae-berlin.de

INVERSORES DE TECNOLOGÍA AISLADA STUDER MODELOS XTENDER, XTM, XTH Y XTS

La gama Xtender permite una libertad de uso inigualada gracias a sus múltiples funciones. En aplicación de base, reúne las funciones de inversor, cargador de baterías, sistema de transferencia y asistencia a la fuente. Estas funciones pueden combinarse y administrarse de manera totalmente automática para mayor comodidad de uso y una gestión óptima de la energía a disposición. Entrada remota y 2 contactos auxiliares ajustables. Esto permite, entre otros, el control automático de generadores diesel o el deslastre en caso de tensión baja de batería.

Características

- Eficiencia y sobrepotencia extraordinarias.
- Gestión y limitación perfecta de fuentes AC.
- Recorte de las puntas de consumo.
- Repartición automática de la potencia a disposición.
- Filtrado activo de los saltos de carga sobre el generador.
- Protección automática de las fuentes contra sobrecargas.
- Prioridad batería (prioridad a las fuentes renovables).
- Puesta en paralelo y trifásico hasta 9 unidades (72kVA).
- Potente cargador PFC multi-niveles.
- Tiempo de transferencia mínimo (de 0 a 15ms máx).
- Puesta en standby automática y eficaz.
- 2 contactos auxiliares programables (en opción para el XTS).
- AC coupling posible con cualquier tipo de inversor de conexión a red.
- XTS está protegido electrónicamente contra la inversión de polaridad.
- Visualización, programación y adquisición de datos integrado al módulo de comando RCC (en opción).
- Interactivo con el monitor de batería (BSP).
- Comunicación RS-232 para vigilancia remota.



Xtender XTM



Xtender XTH



Xtender XTS

Función Smart-Boost y filtro activo

Esta función permite interactuar directamente con la fuente AC (generador o red) y permite la realización de funciones esenciales como asistencia a la fuente y alisado de los saltos de carga sobre un generador.

Control remoto y centro de programación RCC-02 o 03

Permite un acceso controlado a muchos parámetros ajustables del Xtender. La configuración de la curva de carga de la batería, la programación de los contactos auxiliares y da acceso a una gran cantidad de opciones de funcionamiento.

Gran modularidad

Con la implementación de varias unidades es posible crear una fuente trifásica o ponerlas en paralelo para aumentar la potencia disponible sin costo adicional. Hasta 9 onduladores de la serie Xtender pueden ser combinados para obtener hasta 63 kW.

	XTS			XTM			XTH						
Inversor	900	1200	1400	1500	2000	2400	2600	3500	4000	3000	5000	6000	8000
Inversor (Configuración de fábrica/rango ajustable con RCC-02 o RCC-03)													
Tensión nom.	12 V	24 V	48 V	12 V	12 V	24 V	48 V	24 V	48 V	12 V	24 V	48 V	48 V
Tensión entrada	9,5-17 V	19-34 V	38-68 V	9,5-17 V	9,5-17 V	19-34 V	38-68 V	19-34 V	38-68 V	9,5-17 V	19-34 V	38-68 V	38-68 V
Pot. cont. @ 25 °C	500 VA	650 VA	700 VA	1500 VA	2000 VA	2000 VA	2000 VA	3000 VA	3500 VA	2500 VA	4500 VA	5000 VA	7000 VA
Pot. 30 min. @ 25°C	750 VA	900 VA	1000 VA	1500 VA	2000 VA	2400 VA	2600 VA	3500 VA	4000 VA	3000 VA	5000 VA	6000 VA	8000 VA
Pot. 5 sec. @ 25 °C	2,3 kVA	2,5 kVA	2,8 kVA	3,4 kVA	4,8 kVA	6 kVA	6,5 kVA	9 kVA	10,5 kVA	7,5 kVA	12 kVA	15 kVA	21 kVA
Carga máxima	Hasta corto circuito												
Carga asimétrica máxima	Hasta Pcont.												
Detección de carga (stand-by)	De 2 a 25 W												
Cos phi	0,1-1												
Rendimiento máx.	93 %	93 %	93 %	93 %	93 %	94 %	96 %	94 %	96 %	93 %	94 %	96 %	96 %
Consumo	1,1/1,4/7	1,2/1,5/8	1,3/1,6/8	1,2/1,4/8	1,2/1,4/10	1,4/1,6/9	1,8/2/10	1,4/1,6/12	1,8/2,1/14	1,2/1,4/14	1,4/1,8/18	1,8/2,2/22	1,8/2,4/30
OFF/Stand-by/ON (W)													
Tensión de salida	Onda sinusoidal 230 Vac (+/-2 %) / 120 Vac (también en versión 120 V/60 Hz, exceptuando XTH 8000-48)												
Frecuencia de salida	50Hz / 60 Hz +/- 0.05 % (controlado por cuarzo) (también en versión 120 V/60 Hz, exceptuando XTH 8000-48)												



XTS				XTM						XTH			
Inversor	900	1200	1400	1500	2000	2400	2600	3500	4000	3000	5000	6000	8000
Distorsión armónica				<2 %									
Protección de sobrecarga y corto circuito				Desconexión automática con 3 intentos de reinicio									
Protección de sobre temp.				Alarma antes de corte y reinicio automático									
Cargador de batería													
Caract. de carga				6 etapas : Bulk-Absorción-Flotación-Ecualización-Flotación reducida-Absorción periódica									
				Número de etapas, umbrales, corriente de fin de etapa y tiempos completamente ajustables con el RCC-02/-03									
Corr. carga máx.	35 A	20 A	10 A	70 A	100 A	55 A	30 A	90 A	50 A	160 A	140 A	100 A	120 A
Compensación de temp.				Con BTS-01 o BSP 500/1200									
Ajuste de corriente de entrada				1 - 50 A									
Corrección de factor de potencia (PFC)				EN 61000-3-2									

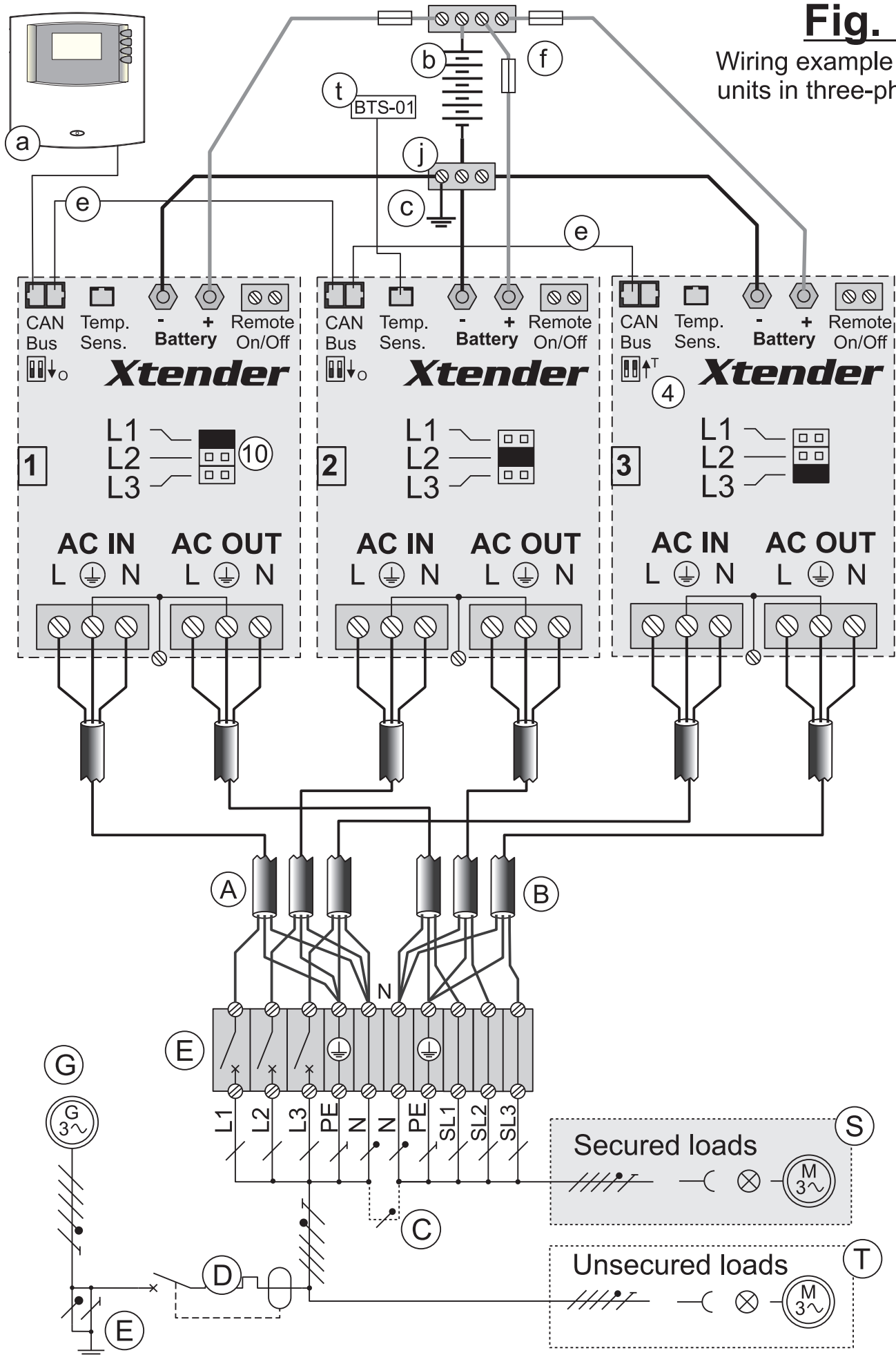
Datos Generales		XTS			XTM					XTH			
Inversor	900	1200	1400	1500	2000	2400	2600	3500	4000	3000	5000	6000	8000
Tensión máxima de entrada				150 a 265 Vac / 50 a 140 Vac (1)									
Frecuencia de entrada				45 - 65 Hz									
Corr. entrada max./	16/20 A	16/20 A	16/20 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/80 A
Corr. salida máx.													
Tiempo de transferencia				<15 ms									
Contactos multifuncionales	Módulo ARM-02 con 2 contactos, en opción			2 contactos independientes (libres de potencial con 3 puntos, 16Aac/5Adc)									
Peso	8,2 kg	9 kg	9,3 kg	15 kg	18,5 kg	16,2 kg	16,2 kg	21,2 kg	22,9 kg	34 kg	40 kg	42 kg	46 kg
Dimen. AxaxL [mm]	110x210x310			133x322x466						230x300x500			
Índice de protecc.	IP54			IP20									
Conformidad				Directiva CEM 2004/108/CE : EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, EN 55014, EN 55022, EN 61000-3-2, 62040-2 Directiva de baja tensión 2006/95/CE : EN 62040-1-1, EN 50091-2, EN 60950-1									
Rango de temperatura de trabajo				De -20 a 55 °C									
Humedad relativa de funcionamiento	100 %			95 % sin condensación									
Ventilación en opción	Módulo de ventilación ECF-01			Forzada a partir de 55 °C									
Nivel acústico				<40 dB / <45 dB (sin/con ventilación)									
Garantía				5 años									

Opciones	XTS			XTM						XTH			
Inversor	900	1200	1400	1500	2000	2400	2600	3500	4000	3000	5000	6000	8000
Control remoto RCC-02 o RCC-03				Todos Sí									
Módulo XCOM-232i				Todos Sí									
Pasarela XCOM-MS				Todos Sí									
Módulo de entrada remota RCM-10 (3 m de cable)				XTS y XTM - Sí / XTH - No									
Módulo de comunicación TCM-01				XTS - Sí / XTM y XTH - No									
Módulo con 2 contactos auxiliares ARM-02				XTS - Sí / XTM y XTH - No									
Módulo de ventilación ECF-01				XTS - Sí / XTM y XTH - No									
Sensor de temperatura de batería BTS-01 (3 m)				Todos Sí									
Cable de comunicación para 3ph y // CAB-RJ45-8-2				Todos Sí									
Marco de montaje X-Connect				XTS y XTM - No / XTH - Sí									

Reservado el derecho de cambios sin previo aviso.

Fig. 13

Wiring example of 3 units in three-phase





STUDER Innotec SA
Rue des Casernes 57
CH - 1950 Sion

Tel. : +41 (0) 27 205 60 80
Fax : +41 (0) 27 205 60 88
E-mail : info@studer-innotec.com
Web : www.studer-innotec.com

Declaration of EC conformity



Manufacturer name: Studer Innotec SA

Address: Rue des Casernes 57, CH - 1950 Sion

Material: Sine wave inverter-charger

Product name: **Xtender Series**

Models number:	XTS 900-12(-01)	XTM 1500-12(-01)	XTH 3000-12(-01)
	XTS 1200-24(-01)	XTM 2000-12(-01)	XTH 5000-24(-01)
	XTS 1400-48(-01)	XTM 2400-24(-01)	XTH 6000-48(-01)
		XTM 2600-48(-01)	XTH 8000-48(-01)
		XTM 3500-24(-01)	
		XTM 4000-48(-01)	

The devices of the product range above meet the requirements specified in the following EC directives and norms:

Security: **Low voltage directive 2006/95/EC**

- EN 50178:1997
- EN 62040-1:2008

EMC: **EMC directive 2004/108/EC**

- EN 61000-6-2:2005
- EN 61000-6-3:2007
- EN 61000-3-2:2006
- EN 61000-3-12:2005
- EN 62040-2:2006

RoHS: **RoHS directive 2002/95/EC**

Signatory: Roland Studer

Date: 05.05.2011



GE - 6500 SX / GS - EAS

Accionado por:

YANMAR L 100 AE-DG

GRUPO ELECTRÓGENO TRIFÁSICO - MONOFÁSICO 6.5 kVA

- Motor Diesel Yanmar - Refrigerado por aire.
- Arranque eléctrico.
- Alternador síncrono trifase.
- Protección motor (aceite).
- Protección: magnetotérmico y relé diferencial.
- Grupo predispuesto para arranque automático por caída de red (Cuadro automático EAS opcional).
- Carenado compacto con aislante acústico ignífugo y gancho de alzado para grúa.
- Super insonorizado.
- Acorde a normativas CEE de ruido y seguridad.

DATOS TÉCNICOS

GENERACIÓN DE CORRIENTE		50 Hz, síncrono, trifase, autoexcitado, autoregulado, con escobillas
Generación trifásica		6.5 kVA (5.4 kW) / 400 V / 9.4 A
Generación monofásica		4 kVA / 230 V / 17.4 A
Tomas		1 Toma 400 V / 16 A; 1 toma 230 V / 16 A
Servicio		100%
Cos		0.8
Tipo de aislamiento		H
MOTOR		Diesel, 4-tiempos, refrigerado por aire
Marca / modelo		YANMAR mod. L 100 AE-DG
Potencia		8.8 CV (6.5 kW)
Régimen		3000 rpm
Cilindrada		406 cm ³
Cilindros		1
Consumo carburante (P.R.P.)		245 g/kWh

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Capacidad depósito	23 l
Autonomía (75%)	17.5 h
Protección	IP 23
Dimensiones Laxanxl (mm)*	1020x645x930
Peso*	200 Kg
Nivel de ruido	92 LWA (67 dB(A) - 7 m)

* Los valores indicados contemplan todos los elementos salientes de los equipos en su configuración básica, sin incluir accesorios que puedan alterar dichos valores.

ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit de ruedas CTM-2
- Mando a distancia TCM-6
- Cuadro automático EAS-5 DT
- Prolongación tubo escape PS7.1
- Kit tierra MT-10

EXZHELLENT-SOLAR ZZ-F (AS)

Tensión 1,8 kV DC



NORMAS CONSTRUCTIVAS:	NACIONAL/EUROPEA	INTERNACIONAL
AENOR EA 0038 TÜV 2 Pfg 1169/08.2007	UNE-EN 60332-1-2 UNE-EN 50266-2-4 UNE-EN 50267 UNE-EN 61034-2	IEC 60332-1-2 IEC 60332-3-24 IEC 60754 IEC 61034-2

CONSTRUCCIÓN:

1.- CONDUCTOR:

Cobre flexible estañado clase 5 para instalación móvil (-F).

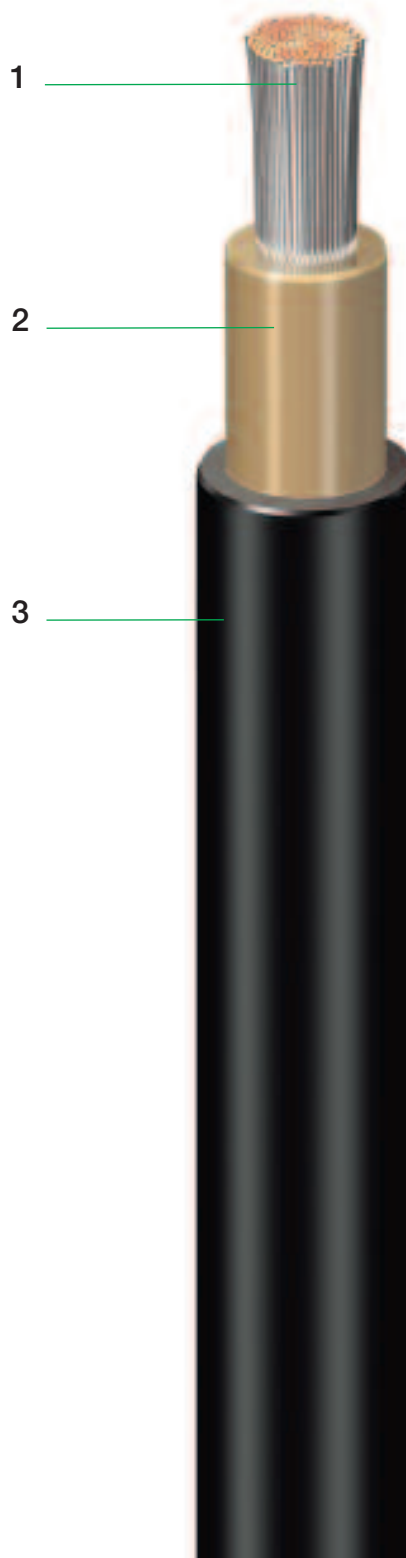
2.- AISLAMIENTO:

Elastómero termoestable libre de halógenos (Z).

3.- CUBIERTA:

Elastómero termoestable libre de halógenos (Z).

Colores negro o rojo.



APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

La serie de cables EXZHELLENT SOLAR (AS), está constituida por cables flexibles unipolares de tensión asignada 1,8 kV en corriente continua (c.c.).

Son cables específicos para instalaciones solares fotovoltaicas (PV), capaces de soportar las extremas condiciones ambientales que se producen en este tipo de instalaciones.

Sus características principales son:

- Servicio móvil
- Alta seguridad
- Resistencia a la intemperie
- Trabajo a muy baja temperatura (-40 °C)
- Resistencia a la abrasión, el desgarro y los aceites y grasas industriales
- Endurancia térmica de los materiales para garantizar una vida útil mínima de 30 años

La temperatura máxima del conductor en servicio permanente es de 90 °C, pudiendo soportar temperaturas de 120 °C durante 20.000 horas.



Principal

Estatus comercial	Comercializado
Aplicación	Distribución
Gama de producto	NG125
Tipo de producto o componente	Disyuntor
Modelo de dispositivo	NG125L
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Posición de polo de neutro	Izquierda
Corriente nominal	50 A en 40 °C
Tipo de red	AC CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	36 kA Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - <= 250 V CC 15 kA Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 500 V AC 50/60 Hz 50 kA Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 380...415 V AC 50/60 Hz 40 kA Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 440 V AC 50/60 Hz 100 kA Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 220...240 V AC 50/60 Hz
Categoría de utilización	A de acuerdo con IEC 60947-2
Aptitud al seccionamiento	Sí de acuerdo con IEC 60947-2

Complementario

Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x pol
[Ics] poder de corte en servicio	11.25 kA 75 % x Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 500 V AC 50/60 Hz 30 kA 75 % x Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 440 V AC 50/60 Hz 37.5 kA 75 % x Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 380...415 V AC 50/60 Hz 75 kA 75 % x Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 220...240 V AC 50/60 Hz 50 kA 100 % x Icu de acuerdo con EN/IEC 60947-2 - 250 V CC
Tensión asignada de aislamiento	690 V AC 50/60 Hz de acuerdo con EN/IEC 60947-2
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV de acuerdo con EN/IEC 60947-2
Indicación de contacto positivo	Sí
Tipo de control	Maneta Teste de disparo manual
Señalizaciones en local	Indicación encendido/apagado Indicador deseng.
Modo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Perfil DIN simétrico de 35 mm
Compatibilidad de juego de bar	Sí
Pasos de 9 mm	6
Alto	103 mm
Ancho	54 mm

Profundidad	81 mm
Peso del producto	0.48 kg
Endurancia mecánica	20000 cycles
Placa llano	10000 cycles
Provisión cierre candado	Cerradura
Descripción opciones bloqueo	Bloqueo por cadeado integrado
Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel Flexible wire(s) 1...35 mm² max Terminales de tipo túnel rígido wire(s) 1.5...50 mm² max
Longitud de pelado de cable	20 mm
Par de apriete	3.5 N.m
Protección de fugas a tierra	Bloque independiente

Entorno

Normas	EN/IEC 60947-2
Dos zócalos laterales	IP20 de acuerdo con IEC 60529
Interfaz de conexión y Canalis	IK05 de acuerdo con IEC 60529
Grado de contaminación	IEC 60947-2
Tropicalización	IEC 60068-1
Humedad relativa	55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de trabajo	-10...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C

Curvas de disparo

Recomendaciones técnicas (continuación)

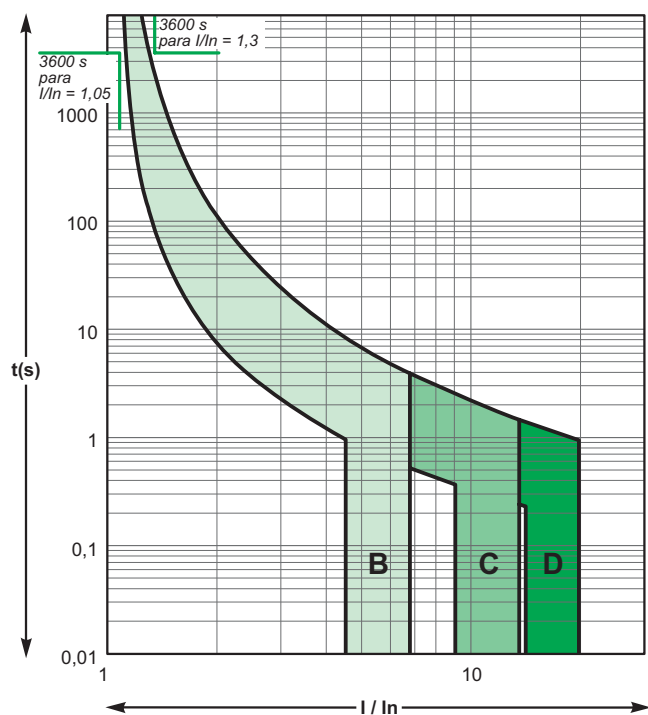
Según UNE-EN 60947-2

Corriente continua

NG125N/H/L

Según la norma UNE-EN 60947-2 (temperatura de referencia 50 °C).

Curvas B, C, D.



Curvas de limitación

Limitación de corrientes de cortocircuito (continuación)

Curvas de disparo y tablas de coordinación

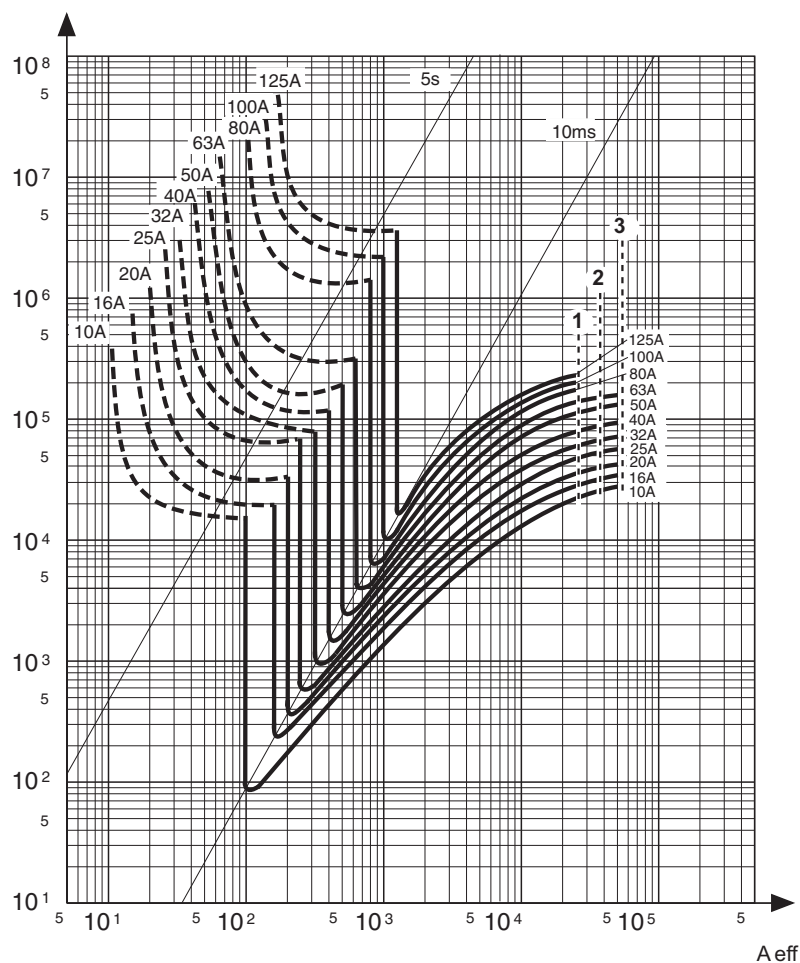
Limitación térmica

NG125N, H, L curva C 240 V

- Ue:
- 240 V con 2, 3, 4P.
- Tipo de dispositivo según su comportamiento:
- 1: NG125N.
- 2: NG125H.
- 3: NG125L.

Limitación térmica

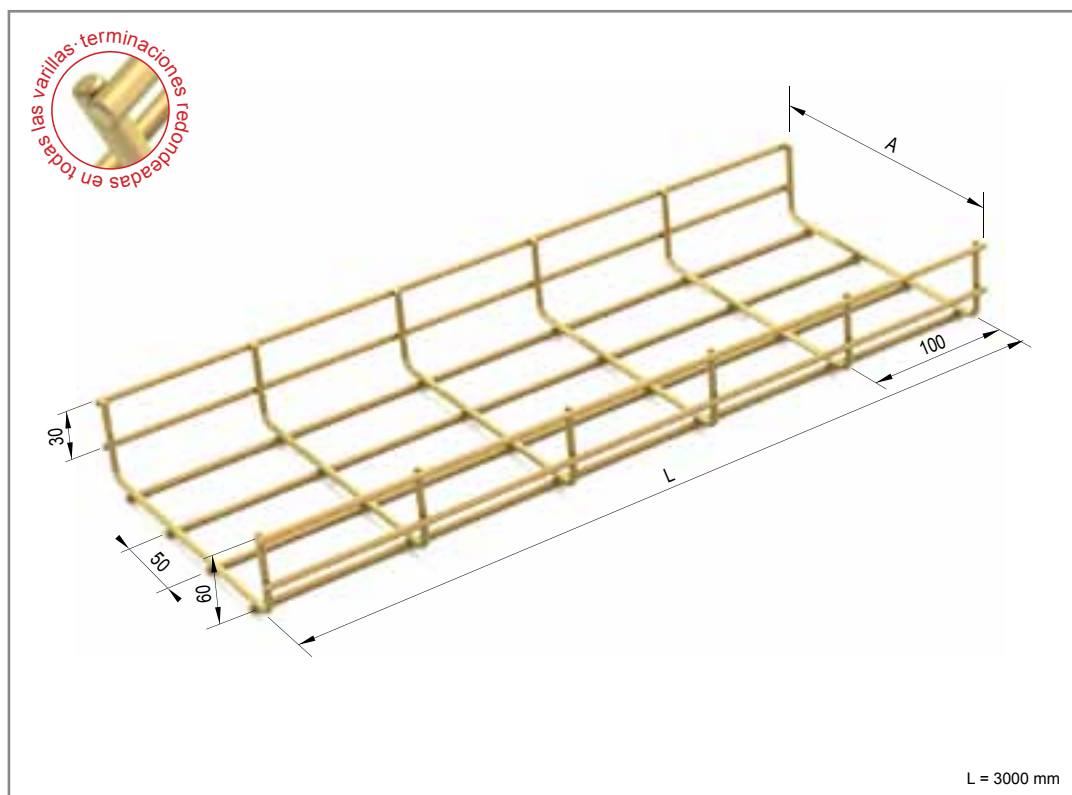
A²s



Corriente de cortocircuito presunta

BMP60

BANDEJA METÁLICA PORTACABLES



Acabados superficiales y datos técnicos

Z.B. ELECTROZINCADO BICROMATADO *	E.Z. ELECTROZINCADO **	G.C. GALVANIZADO CALIENTE	INOXIDABLE	A	Embalaje (metros)
BMPB606	BMPZ606	BMPG606	BMPI606	60	24
BMPB610	BMPZ610	BMPG610	BMPI610	100	12
BMPB615	BMPZ615	BMPG615	BMPI615	150	12
BMPB620	BMPZ620	BMPG620	BMPI620	200	12
BMPB630	BMPZ630	BMPG630	BMPI630	300	6
BMPB640	BMPZ640	BMPG640	BMPI640	400	6
BMPB650	BMPZ650	BMPG650	BMPI650	500	6
BMPB660	BMPZ660	BMPG660	BMPI660	600	6

* Libre de cromo hexavalente (Cr⁶⁺)

** **NOVEDAD:** Acabado electrozincado con recubrimiento galvánico exento de metales pesados. 100% libre de cobalto, selenio, cromo 3+ y cromo 6+

RESISTENCIA AL FUEGO. Las bandejas portacables de AISCAN han sido ensayadas por AFITI-LICOF. Para más información consultar con AISCAN.

Carga de trabajo admisible (CTA) (en newtons/m)

	vano entre apoyos (1,5 metros)			
	Z.B. ELECTROZINCADO BICROMATADO	E.Z. ELECTROZINCADO	G.C. GALVANIZADO CALIENTE	INOXIDABLE
60 x 60	338	338	347	338
60 x 100	419	419	529	411
60 x 150	401	401	411	338
60 x 200	553	553	717	423
60 x 300	458	458	494	358
60 x 400	646	646	706	388
60 x 500	493	493	553	351
60 x 600	459	459	459	315

Valores obtenidos con un coeficiente de seguridad del 170%, sin alcanzar nunca el colapso, empleando las piezas CUB como elementos de unión (pag. 106)

AISCAN BNR (Blindado Negro Roscable)

AISCAN BGR (Blindado Gris Roscable)

Accesorios

AISCAN CURVA MÉTRICA

ROSCABLE (pag. 26)

CURVA FLEXIBLE

AISCAN-CF (pag. 36)

AISCAN MANGUITO MÉTRICO

ROSCABLE (pag. 27)

CODOS / TES / RACORES (pag. 37)

Certificaciones



Características Técnicas

Según norma UNE-EN 61386-21

CÓDIGO: 432112540010

TIPO: RÍGIDO · CURVABLE EN CALIENTE.

TEMPERATURA DE UTILIZACIÓN: -5 + 60°C.

PROPAGADOR DE LA LLAMA: NO.

INFLUENCIAS EXTERNAS: IP54.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: >1250 N.

RESISTENCIA AL IMPACTO: >2J A -5°C.

RIGIDEZ DIELECTRICA: >2000V.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO: >100 MOhm.

COLOR: BNR:NEGRO · BGR:GRIS.

APLICACIONES: CANALIZACIONES SUPERFICIALES ORDINARIAS FIJAS.

INCLUYE: EN CADA TUBO O CURVA SE SUMINISTRA UN MANGUITO ROSCABLE (SIN CARGO).

INSTALACIÓN: SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T.



NEGRO	GRIS	Ø Exterior	Ø Interior Mín.	Longitud (metros)	Tubos por mazo	Mazo (metros)
BNR16	BGR16	16 +0/-0.3	10.5	3	19	57
BNR20	BGR20	20 +0/-0.3	14	3	19	57
BNR25	BGR25	25 +0/-0.4	18	3	19	57
BNR32	BGR32	32 +0/-0.4	24.5	3	10	30
BNR40	BGR40	40 +0/-0.4	31.5	3	10	30
BNR50	BGR50	50 +0/-0.5	40.5	3	5	15
BNR63	BGR63	63 +0/-0.6	52	3	5	15

AISCAN BNE (Blindado Negro Enchufable)

AISCAN BGE (Blindado Gris Enchufable)

Accesorios

AISCAN CURVA MÉTRICA

ENCHUFABLE (pag. 26)

CURVA FLEXIBLE

AISCAN-CF (pag. 36)

MANGUITO MÉTRICO

ENCHUFABLE (pag. 27)

CODOS / TES / RACORES (pag. 37)

Certificaciones



Características Técnicas

Según norma UNE-EN 61386-21

CÓDIGO: 432112540010

TIPO: RÍGIDO · CURVABLE EN CALIENTE.

TEMPERATURA DE UTILIZACIÓN: -5 + 60°C.

PROPAGADOR DE LA LLAMA: NO.

INFLUENCIAS EXTERNAS: IP54.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: >1250 N.

RESISTENCIA AL IMPACTO: >2J A -5°C.

RIGIDEZ DIELECTRICA: >2000V.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO: >100 MOhm.

COLOR: BNE:NEGRO · BGE:GRIS.

APLICACIONES: CANALIZACIONES SUPERFICIALES ORDINARIAS FIJAS.

INCLUYE: EN CADA TUBO O CURVA SE SUMINISTRA UN MANGUITO ENCHUFABLE (SIN CARGO).

INSTALACIÓN: SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T.



NEGRO	GRIS	Ø Exterior	Ø Interior Mínimo	Longitud (metros)	Tubos por mazo	Mazo (metros)
BNE16	BGE16	16 +0/-0.3	10.5	3	19	57
BNE20	BGE20	20 +0/-0.3	14	3	19	57
BNE25	BGE25	25 +0/-0.4	18	3	19	57
BNE32	BGE32	32 +0/-0.4	24.5	3	10	30
BNE40	BGE40	40 +0/-0.4	31.5	3	10	30
BNE50	BGE50	50 +0/-0.5	40.5	3	5	15
BNE63	BGE63	63 +0/-0.6	52	3	5	15

AISCAN-DP NORMAL (DRN)

450 N - ROLLOS

Accesorios

MANGUITO ENCHUFABLE DOBLE
PARED (pag. 40)
TAPÓN-DP (pag. 40)
SEPARADOR-DP (pag. 40)

Certificaciones



Características Técnicas

Según norma UNE-EN 50086-2-4

TIPO: TUBO DE PARED MÚLTIPLE (INTERIOR LISA Y EXTERIOR CORRUGADA) CURVABLE. TIPO "N" (NORMAL).

PROPAGADOR DE LA LLAMA: SI.

INFLUENCIAS EXTERNAS: IP54.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: >450 N.

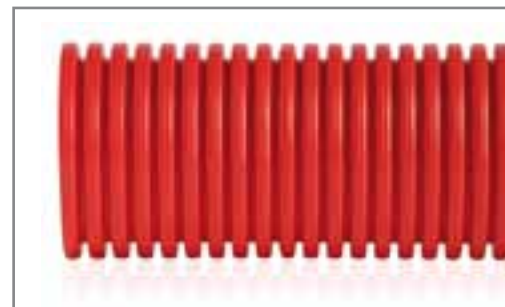
RESISTENCIA AL IMPACTO: NORMAL.

COLOR: NARANJA.

GUÍA INCORPORADA: SI.

INCLUYE: EN CADA TUBO O CURVA SE SUMINISTRA UN MANGUITO INCORPORADO (SIN CARGO).

INSTALACIÓN: SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T.



REFERENCIA	Ø Exterior	Ø Interior Mín.	Rollo (metros)
DRN40	40 +0.8/-0	30.5	100/50
DRN50	50 +1/-0	40	100/50
DRN63 *	63 +1.2/-0	48.5	100/50
DRN75	75 +1.4/-0	56	100
DRN90 *	90 +1.7/-0	73	75
DRN110 *	110 +2/-0	88	50
DRN125 *	125 +2.3/-0	105	50
DRN160	160 +2.9/-0	130	50
DRN200	200 +3.6/-0	173	50

(*) Referencias disponibles en color VERDE.

AISCAN-DP NORMAL (DBN)

450 N - BARRAS

Accesorios

MANGUITO ENCHUFABLE DOBLE
PARED (pag. 40)
TAPÓN-DP (pag. 40)
SEPARADOR-DP (pag. 40)

Certificaciones



Características Técnicas

Según norma UNE-EN 50086-2-4

TIPO: TUBO DE PARED MÚLTIPLE (INTERIOR LISA Y EXTERIOR CORRUGADA) · RÍGIDO
TIPO "N" (NORMAL).

PROPAGADOR DE LA LLAMA: SI.

INFLUENCIAS EXTERNAS: IP54.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: >450 N.

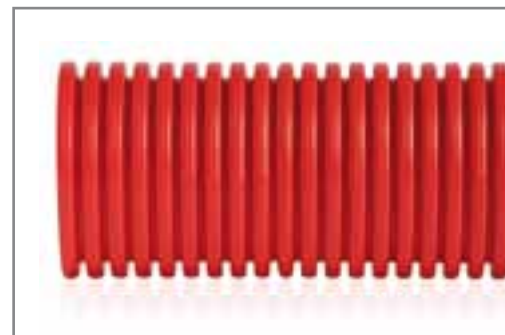
RESISTENCIA AL IMPACTO: NORMAL.

COLOR: NARANJA.

GUÍA INCORPORADA: SI.

INCLUYE: EN CADA TUBO O CURVA SE SUMINISTRA UN MANGUITO INCORPORADO (SIN CARGO).

INSTALACIÓN: SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T.



REFERENCIA	Ø Exterior	Ø Interior Mín.	Barra (metros)	Tubos Jaula
DBN90 *	90 +1.7/-0	73	6 +20/-5(mm)	115
DBN110 *	110 +2/-0	88	6 +20/-5(mm)	76
DBN125 *	125 +2.3/-0	105	6 +20/-5(mm)	60
DBN160	160 +2.9/-0	130	6 +20/-5(mm)	33
DBN200	200 +3.6/-0	173	6 +20/-5(mm)	20

(*) Referencias disponibles en color VERDE.



SpeedStar – los LED garantizan un viaje seguro de regreso a casa

SpeedStar

Los ayuntamientos están sometidos a la presión que supone alcanzar los objetivos de conservación de energía mediante una reducción del consumo energético y las emisiones de carbono y, al mismo tiempo, cumplir las normativas y los reglamentos en materia de alumbrado. Nuestra luminaria SpeedStar LED considera estas cuestiones fundamentales y aporta una solución que reduce el impacto en el medio ambiente. SpeedStar es una luminaria eficiente que apenas requiere mantenimiento e incorpora el sistema LEDGINE de fácil actualización, que se puede conectar a los sistemas de regulación de iluminación para ahorrar aún más energía. Esta luminaria no genera emisiones de carbono y es la solución perfecta para el alumbrado público funcional de carreteras y calles.

Beneficios

- Excelente rendimiento energético
- Durabilidad, actualización y fácil mantenimiento en tan solo un minuto
- Innovador diseño sin emisiones de CO2



Características

- Incorpora LEDGINE para el mejor rendimiento y una fiabilidad de por vida
- Sistema flexible – compatible con todas las soluciones de control de iluminación, para un mayor ahorro de energía

Aplicaciones

- Alumbrado público de carreteras y calles

Especificaciones

• Tipo	BGP322 (versión mediana) BGP323 (versión grande)	• Conexión	Conector Multiblock (5 funciones)
• Fuente de luz	LEDGINE	• Material	Carcasa: aluminio inyectado a alta presión, pintado Junta: goma de silicona, resistente al calor Óptica: plástico Cubierta: vidrio, endurecido térmicamente
• Número de LEDs	Versión BGP322: 16 - 80 LEDs Versión BGP323: 88 - 160 LEDs	• Color	Gris plata satinado (próximo a RAL9006) Otros colores RAL disponibles bajo pedido
• Paquete lumínico	Diversos (depende de corriente de alimentación, del nº y de la temperatura de color del LED)	• Instalación	Acceso lateral: 42-60 mm Post top: 60/76 mm Sistema de instalación integrado, montaje flexible con deflector en forma de luna, variabilidad continua Temperatura de funcionamiento: -40°C < T _a < 50°C Altura de montaje recomendada: 6 - 12 m Ángulo estándar de orientación post-top: 0-5° Acceso lateral con inclinación estándar: 0° Ángulo de inclinación ajustable: no Versión BGP322: área de máx. resistencia aerodinámica: 0,059 m ² Versión BGP323: área de máx. resistencia aerodinámica: 0,070 m ²
• Color de luz	Blanco cálido, 3000 K Blanco neutro, 4000 K Blanco frío, 5500 K	• Mantenimiento	Desde abajo, abriendo la carcasa con un solo clip de apertura rápida
• Consumo	Versión BGP322: mín. 20 W, máx. 150 W Versión BGP323: mín. 110 W, máx. 300 W	• Vida útil	Mín. 60.000 horas (86% de mantenimiento lumínico a T _a = 35°C)
• Corriente del controlador	350 - 410 - 530 mA	• Observaciones	Sin emisiones de CO ₂ , 0 candela
• Corriente de irrupción	105A / 250 µs	• Aplicaciones principales	Alumbrado público de calles residenciales y carreteras
• Controlador (integrado)	220-240 V/50-60 Hz		
• Óptica	Media (DM) Ancha (DW) Extra ancha (DX) Confort (DC)		
• Cubierta óptica	Vidrio plano		
• Opciones	Lumistep 6 h / 8 h / 10 h Flujo luminoso constante Dynadimmer 1-10V SDU Protección contra sobretensiones 10 kV Minicelula 30 - 50 - 75 lx OLC PLM		

Productos relacionados

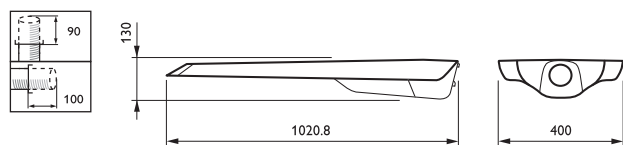


Luminaria de alumbrado viario SpeedStar
BGP323 LED

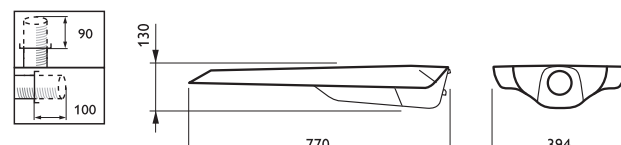


Luminaria de alumbrado viario SpeedStar
BGP322 LED

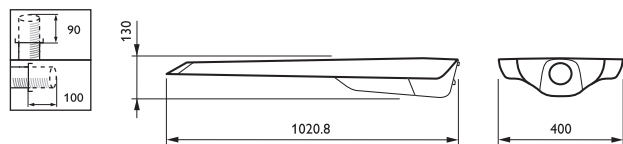
Plano de dimensiones



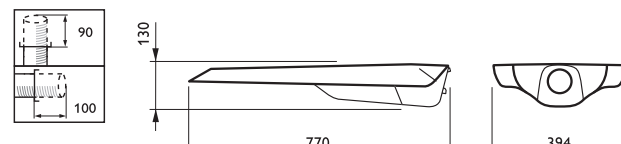
BGP323 GRN166--2S/740 I DM FG AL SI



BGP322 GRN59--2S/740 I DM FG AL SI

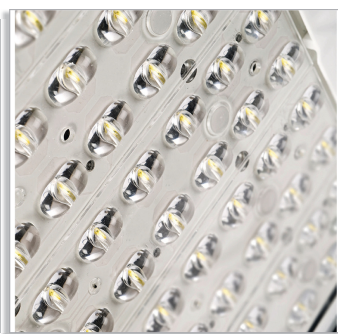


BGP323 GRN166--2S/740 I DM FG AL SI

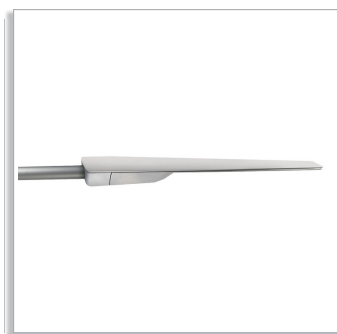


BGP322 GRN59--2S/740 I DM FG AL SI

Detalles del producto



Sistema óptico patentado para una
distribución óptima



Diseño específico para LEDs, forma muy
plana



Vidrio plano, alto factor de
mantenimiento y mantenimiento sencillo

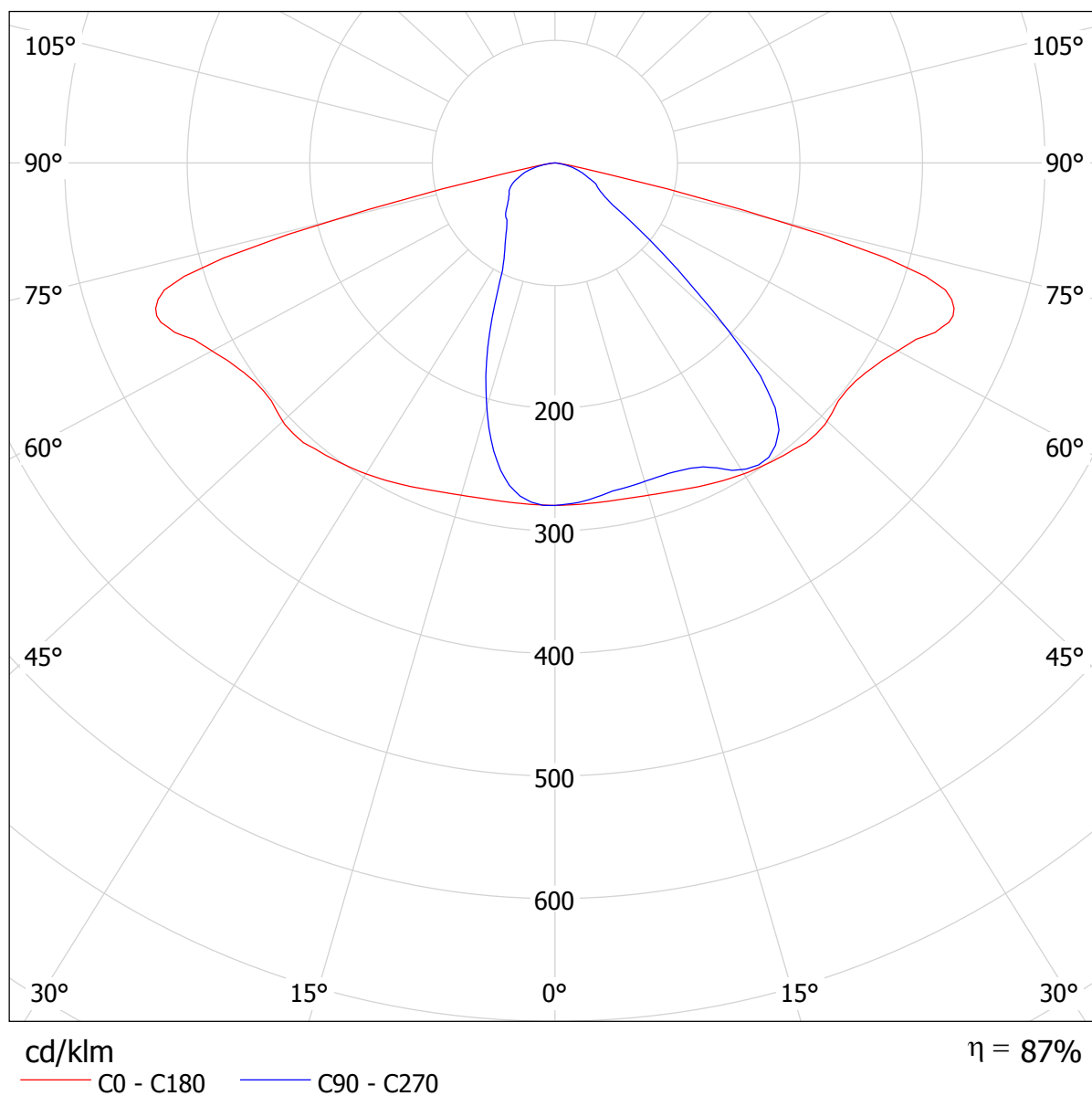


Sistema de montaje Flexifit side-entry
42-60 mm at 0° o post-top 60/76 mm a
0 y 5°

Proyecto elaborado por Adrián Ortigosa Buendía
Teléfono 635380655
Fax
e-Mail

Philips BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM / LKV (Polar)

Luminaria: Philips BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM
Lámparas: 1 x GRN104-2S/657





SDU— Control por hilo de mando

El SDU es un dispositivo autónomo de fácil integración en luminarias existentes, que permite adaptar los equipos regulables 1-10V a los sistemas de doble nivel con hilo de mando.

Su misión es transformar una línea de tensión de red en una señal de 1-10V para regular el flujo al 50% cuando no se aplica tensión en el hilo de mando (SDU01) o a la inversa (SDU11).



SDU – Control por hilo de mando

- Inversión adicional: 7%
- Ahorro de energía: 25%
- Tiempo de amortización: 2 años



Esta funcionalidad también está integrada en los nuevos equipos Dynavision PROG Xtreme, por lo que la señal de hilo de mando se conecta directamente al equipo simplificando al máximo la instalación. La parametrización del equipo se hace desde un PC con una aplicación y después se traspassa al Dynavision a través de la herramienta de programación MultiOne de Philips.

SPEEDSTAR

VIALES ZONAS URBANAS



***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

***DOCUMENTO Nº 2: ANEXOS
ANEXO Nº 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD
Y SALUD***

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. – OBJETO DEL ESTUDIO

2. – DATOS DE LAS OBRAS

2.1. – CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.2. – EMPLAZAMIENTO

2.3. – PLAZO DE EJECUCIÓN

2.4. – PERSONAL

3. – RECURSOS CONSIDERADOS

3.1. – MAQUINARIA

3.2. – HERRAMIENTAS

3.3. – MEDIOS AUXILIARES

4. – IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES MÁS FRECUENTES

5. – MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

5.1. – SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y CONDICIONES PREVENTIVAS QUE DEBE REUNIR EL CENTRO DE TRABAJO

5.1.1. - NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

5.1.2. - INSTALACIÓN DE APOYOS

5.1.3. - CRITERIOS GENERALES PARA LA ZONA DE ACOPIO

5.1.4. - ACOPIO DE MATERIALES SUELTOS

5.1.5. - INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

5.1.6. - VERIFICADORES DE AUSENCIA DE TENSIÓN

5.1.7. - MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES

5.1.8. - MANEJO DE HERRAMIENTAS PUNZANTES

5.1.9. - MANEJO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

5.2. – EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

5.3. – PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS Y SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

6. – CONTROL DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DEL ESTUDIO

La finalidad del presente documento es la definición de las medidas preventivas adecuadas a los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales que comporta la realización de la obra y los trabajos de implantación, conservación y mantenimiento de las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas normas básicas a la empresa constructora, para el cumplimiento de sus obligaciones en el ámbito de la prevención de los riesgos profesionales, siempre bajo control de la Dirección facultativa y de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, que establece la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el trabajo, en los proyectos de las obras de construcción o de ingeniería civil.

Con el estudio de Seguridad se intenta:

- Garantizar la salud e integridad de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por imprevisión o falta de medios.
- Delimitar y aclarar atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad.
- Definir los riesgos y aplicar las técnicas adecuadas para reducirlos.

2. DATOS DE LAS OBRAS

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

La obra consiste en la instalación de placas fotovoltaicas en las cubiertas de las naves de un polígono industrial y la instalación de alumbrado público, tal y como puede apreciarse en el Documento Planos.

2.2. EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones se encuentran ubicadas en el Polígono Industrial La Estrella dentro del Término Municipal de Molina de Segura en la provincia de Murcia, tal y como puede apreciarse en el correspondiente plano de situación.

2.3. PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de la obra se ha previsto un plazo máximo de 2 meses.

2.4. PERSONAL

El máximo número aproximado de personas previsto que estarán trabajando simultáneamente en la obra será de 5.

3. RECURSOS CONSIDERADOS

3.1. MAQUINARIA

- Pala cargadora.
- Camión basculante.
- Retroexcavadora.
- Dumper.
- Camión grúa.
- Cortadora de material cerámico.
- Amasadora.
- Vibrador.
- Sierra circular.
- Compresor.
- Pequeñas compactadoras (pisones mecánicos).
- Martillo neumático (martillos rompedores, taladradoras).

3.2. HERRAMIENTAS

- Esmeriladora radial.

- Taladradora.
- Polímetro.
- Chequeador portátil de la instalación.
- Cuchilla.
- Tijeras.
- Destornilladores, martillos.
- Pelacables.
- Cizalla cortacables.
- Sierra de arco para metales.
- Caja completa de herramientas dieléctricas homologadas.
- Regles, escuadras, nivel.

3.3. MEDIOS AUXILIARES

- Andamios metálicos de estructura tubular móvil.
- Andamio de caballete.
- Banqueta aislante.
- Lona aislante de apantallamiento.
- Puntales, caballetes, cuerdas.
- Escaleras de mano.
- Cuadros eléctricos auxiliares.

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORABLES MÁS FRECUENTES

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Contaminación acústica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos.

- Lesiones en pies.
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Cortes o pinchazos con herramientas y guías.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Incendio.
- Explosión.

5. MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

5.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y CONDICIONES PREVENTIVAS QUE DEBE REUNIR EL CENTRO DE TRABAJO

5.1.1. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.
- Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberán reponer con la mayor diligencia.
- La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo.
- Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:
 - Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.

- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.
- En invierno establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.
- Los elementos estructurales inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.
- Siempre que existan interferencias entre los trabajos y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.
- Todo el material, así como las herramientas que se tengan que utilizar, se encontrarán perfectamente almacenadas en lugares preestablecidos y confinadas en zonas destinadas para ese fin, bajo el control de persona/s responsable/s.
- Se comprobará que están bien colocadas, y sólidamente afianzadas todas las protecciones colectivas contra caídas de altura que puedan afectar al tajo: barandillas, redes, mallado de retención, ménsulas y toldos.

5.1.2. INSTALACIÓN DE APOYOS

- Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación para todos los elementos que intervienen.
- La colocación de báculos y la apertura de zanjas requieren por parte de la contrata una atención especial por la peligrosidad que entraña a este fin.

- Las zanjas no deberán superar la profundidad proyectada. La colocación de los apoyos se efectúa por grúa.

5.1.3. CRITERIOS GENERALES PARA LA ZONA DE ACOPIO

- No efectuar sobrecargas sobre la estructura de las aceras. Acopiar en el contorno de los capiteles de pilares.
- Dejar libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.
- Comprobar periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas puestas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.
- El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.
- Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubilotes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.
- Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario de una provisión de herramientas dieléctricas homologadas.
- Se dispondrá de un extintor de 3.5 Kg. de CO₂ junto a la zona de acopio y trabajos en tensión.

5.1.4. ACOPIO DE MATERIALES SUELTOS

- El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.
- Los tubos se dispondrán horizontalmente, sobre estanterías, clasificados por tamaños y secciones.
- No se afectarán los lugares de paso.
- En proximidad a lugares de paso se deben señalizar mediante cintas de señalización (amarillas y negras).

5.1.5. INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
- Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".
- Se verificará la ausencia de tensión con un medidor de tensión.
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo. En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo. Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo). En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

5.1.6. VERIFICADORES DE AUSENCIA DE TENSIÓN

- Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.
- Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

- Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.
- Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

5.1.7. MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES

En el manejo de las herramientas manuales, se ha de evitar:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "in situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca. a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas anti-impactos.

5.1.8. MANEJO DE HERRAMIENTAS PUNZANTES

En el manejo de las herramientas manuales, se ha de evitar:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajaduras o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinces y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.

- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles. En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de protección:

- Deben emplearse gafas anti-impactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido.

5.1.9. MANEJO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las maquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes ó cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la maquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 V como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.

- El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

Para el uso del Taladro:

- Utilizar gafas anti-impacto ó pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo fino, utilizar mascarilla con filtro mecánico.
- Para fijar la broca utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la maquina.

Para el uso del Esmeriladora circular:

- El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.
- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.
- Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier maquina que carezca de él.
- Comprobar que la velocidad de trabajo de la maquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco.
- Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso.
- Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto.

- Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas ó lonas que impidan la proyección de partículas.
- No se soltará la maquina mientras siga en movimiento el disco.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.

5.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

El uso del material de protección individual es personal e intransferible, siendo el operario el responsable de su mantenimiento y de la comprobación de su estado antes de su utilización.

Al personal se le entregará el equipo de protección individual de carácter básico:

- Cascos de protección, para todo el personal que participe en la obra, incluidos visitantes.
- Calzado de seguridad: botas de seguridad de lona (clase III), botas de seguridad de cuero (clase III), botas impermeables al agua y a la humedad, botas dieléctricas.
- Guantes de protección: guantes de cuero, guantes de goma, guantes de soldador, guantes de electricista, guantes dieléctricos.
- Gafas de montura universal o pantalla facial, contra impactos y anti-polvo.
- Mascarillas anti-polvo.
- Ropa de trabajo.
- Ropa de protección contra el mal tiempo.
- Cinturones de protección: cinturón de seguridad de sujeción, cinturón de seguridad a la caída, cinturón anti-vibratorio.
- Protectores auditivos, tipo tapón de espuma.

En la obra se deberán cumplir las siguientes normas:

- Durante la jornada de trabajo, el personal usará la ropa de trabajo reglamentaria, utilizará el casco y las botas de seguridad.
- Será obligatorio el uso de gafas de seguridad en la ejecución de aquellos trabajos en los que se produzcan proyección de partículas.
- En las operaciones de desbarbado se utilizaran gafas tipo motorista, por ser éstas las únicas que garantizan la protección ante partículas rebotadas.
- Se utilizarán protectores auditivos en todos aquellos trabajos con niveles de ruido superiores a los permitidos.
- En todos aquellos trabajos en los que realizándose en altura el operario no pueda ser protegido mediante el empleo de elementos de protección colectiva, éste ha de utilizar cinturón de seguridad dotado de arnés anclado a un punto fijo resistente.
- Los operarios utilizaran durante el desarrollo de sus trabajos, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.
- Se empleará mascarilla buco-facial con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos en aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldaduras.
- Los guantes aislantes deben estar perfectamente conservados y deberán ser verificados frecuentemente y siempre antes de su utilización. Deberán ser adecuados a las tensiones o equipos en los que se va a trabajar o maniobrar.
- Otros EPI's, como ropa de protección contra agua o agresiones químicas, mascarillas, etc. se usarán como elementos de protección de riesgos específicos de la actividad que desarrollen los trabajadores.

Todos los equipos de protección individual deberán estar certificados CE de conformidad con las normas UNE-EN de aplicación y el RD 1407/1992 sobre comercialización de equipos de protección individual.

5.3. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS Y SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

Para evitar posibles accidentes a terceros se colocarán las oportunas señales de advertencia de los riesgos existentes. Se deben señalar los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena a la misma. Se debe vallar toda la zona de trabajos con de vallas de 2 m de altura fijadas al suelo por medio de soportes prefabricados de hormigón.

6. CONTROL DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA

El control de la seguridad en la obra corresponderá al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución, obligándose el contratista a lo establecido en el presente Plan. No se procederá al comienzo de los trabajos hasta que el Coordinador en materia de Seguridad y Salud no apruebe el Plan de Seguridad y Salud que la empresa contratista tiene la obligación de elaborar.

Igualmente con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, el contratista tendrá en todo momento en obra a disposición del Coordinador o Dirección Facultativa y demás órganos facultados, según Art. 13 R.D. 162/97, el Libro de Incidencias.

Murcia, Mayo de 2013
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Adrián Ortigosa Buendía

***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1. – CONDICIONES GENERALES

1.1. – VIGENCIA

1.2. – DESCRIPCIÓN

1.3. – PLIEGOS OFICIALES

1.4. – MODIFICACIONES

1.5. – DIRECCIÓN E INSPECCIÓN

2. – CONDICIONES FACULTATIVAS

3. – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES AISLADAS DE RED

3.1. – OBJETO

3.2. – GENERALIDADES

3.3. – DISEÑO

3.3.1. - ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

3.3.2. - DIMENSIONADO DEL SISTEMA

3.3.3. - SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

3.4. – COMPONENTES Y MATERIALES

3.4.1. - GENERALIDADES

3.4.2. - GENERADORES FOTOVOLTAICOS

3.4.3. - ESTRUCTURA DE SOPORTE

3.4.4. - ACUMULADORES DE PLOMO-ÁCIDO

3.4.5. - REGULADORES DE CARGA

3.4.6. - INVERSORES

3.4.7. - CARGAS DE CONSUMO

3.4.8. - CABLEADO

3.4.9. - PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA

3.5. – RECEPCIÓN Y PRUEBAS

3.6. – REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

3.6.1. - GENERALIDADES

3.6.2. - PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

3.6.3. - GARANTÍAS

4. – PLIEGO PARA ALUMBRADO PÚBLICO

4.1. – CONDICIONES DE LOS MATERIALES

4.1.1. - MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

4.1.2. - MATERIALES ELÉCTRICOS

4.1.2.1. - CABLES

4.1.2.2. - BÁCULOS Y COLUMNAS

4.1.2.3. - LUMINARIAS

4.1.2.4. - LÁMPARAS

4.1.2.5. - PORTALÁMPARAS

4.1.2.6. - TUBOS PROTECTORES

4.2. – CONDICIONES TÉCNICAS

4.2.1. - REPLANTEO

4.2.2. - MARCHA DE LAS OBRAS

4.2.3. - EJECUCIÓN DE LAS CONEXIONES

4.2.4. - CONDUCCIÓN DE ENERGÍA

- 4.2.5. - ACOMETIDA A LOS PUNTOS DE LUZ
- 4.2.6. - POSTES Y BÁCULOS
- 4.2.7. - MONTAJE DE LAS LUMINARIAS SOBRE LOS BRAZOS
- 4.2.8. - COMPROBACIÓN DE LOS MATERIALES

4.3. – COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN

- 4.3.1. - CAÍDAS DE TENSIÓN
- 4.3.2. - AISLAMIENTO
- 4.3.3. - PROTECCIONES
- 4.3.4. - CONEXIONES
- 4.3.5. - EQUILIBRIO E IDENTIFICACIÓN DE FASES
- 4.3.6. - MEDIDA DE ILUMINACIÓN

4.4. – RECEPCIÓN DEFINITIVA

4.5. – MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5. – DISPOSICIONES GENERALES

5.1. – PLAN DE OBRAS

5.2. – FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS

5.3. – PLAZO DE GARANTÍA

5.4. – GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA

5.5. – ACCIDENTES DE TRABAJO

5.6. – CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

5.7. – LIBRO DE ÓRDENES

5.8. – DISPOSICIÓN FINAL

PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES

Este Proyecto tiene carácter de obligado cumplimiento, una vez sellado y legalizado, debiendo ser objeto de discusión todas aquellas modificaciones al mismo, en su ejecución.

1.1. VIGENCIA

Este Pliego de Condiciones con todos sus artículos, estará en vigor durante la ejecución de la instalación y hasta la terminación de la misma, entendiéndose que las partes a que hace referencia el mismo se aceptará en todos sus puntos por el adjudicatario de la instalación.

Además de lo especificado y detallado en el presente proyecto, el Contratista se atenderá a todas las Normas y Reglamentos vigentes sobre esta materia.

1.2. DESCRIPCIÓN

Este Proyecto regula las obras e instalaciones necesarias para la colocación y distribución de la red de alumbrado público, así como también la instalación de las placas fotovoltaicas en las cubiertas de las naves.

1.3. PLIEGOS OFICIALES

El reglamento que hace referencia a las instalaciones de alumbrado público es el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias y para las instalaciones de energía solar fotovoltaica, el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red.

El contratista será responsable del cumplimiento de las disposiciones legales que afecten al aspecto laboral, así como de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

1.4. MODIFICACIONES

Durante la ejecución del Proyecto se podrán realizar cuantas modificaciones se estimen oportunas, siempre que las mismas sean aprobadas

por el responsable de la Dirección del Proyecto y en todo momento, de acuerdo con la entidad contratante.

No obstante, no se podrán realizar durante el período de garantía, una vez que la instalación se haya probado y terminado.

1.5. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN

La dirección de la instalación eléctrica estará a cargo del responsable de la Dirección del Proyecto, pudiendo éste delegar en personal a cargo de la ejecución práctica de la instalación.

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

Las funciones de Director de la Obra son las de revisión del trabajo realizado, programación de los trabajos, reconocimiento de los materiales utilizados y autorizaciones referentes al Proyecto. En caso de que los materiales no fueran los especificados, los que se utilicen deberán cumplir los requisitos mínimos de funcionamiento y tolerancia que se requiere, siendo obligatorio que sean normalizados y estén en conocimiento y aprobación del Director.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que ha servido de base a la contratación y a las modificaciones que hayan sido aprobadas.

En caso de dudas u omisiones, así como la reforma del Presupuesto, se formará un comité entre Projectista, Director de la Obra y si se cree oportuno, también el contratista, para decidir la solución más adecuada y económica.

3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES AISLADAS DE RED

3.1. OBJETO

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía

para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado (eficiencia energética, correcto dimensionado, etc.) y por su integración en el entorno.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este PCT está asociado a las líneas de ayuda para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Energías Renovables.

3.2. GENERALIDADES

Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:

- Electrificación de viviendas y edificios
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias
- Bombeo y tratamiento de agua
- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables

También podrá ser de aplicación a otras instalaciones siempre que tengan características técnicas similares. En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas: Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja

Tensión, Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable y Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

3.3. DISEÑO

3.3.1. ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla I.

Tabla I

Pérdidas de radiación del generador	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

En aquellos casos en los que, por razones justificadas, no se verifiquen las condiciones anteriores, se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose el cálculo en la Memoria de Solicitud.

3.3.2. DIMENSIONADO DEL SISTEMA

Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este PCT.

Se realizará una estimación del consumo de energía. Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido ($P_{mp, min}$) para cubrir las necesidades de consumo.

El instalador podrá elegir el tamaño del generador y del acumulador en función de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar. El tamaño del generador será, como máximo, un 20% superior al $P_{mp, min}$ calculado. En aplicaciones especiales en las que se requieran probabilidades de pérdidas de carga muy pequeñas podrá aumentarse el tamaño del generador, justificando la necesidad y el tamaño en la Memoria de Solicitud.

Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de tres días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido. En aplicaciones especiales, instalaciones mixtas eólico-fotovoltaicas, instalaciones con cargador de baterías o grupo electrógeno de apoyo, etc. que no cumplan este requisito se justificará adecuadamente.

Como criterio general, se valorará especialmente el aprovechamiento energético de la radiación solar.

3.3.3. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Tensión y corriente CC del generador.
- Potencia CC consumida, incluyendo el inversor como carga CC.
- Potencia CA consumida si la hubiere, salvo para instalaciones cuya aplicación es exclusivamente el bombeo de agua.
- Contador volumétrico de agua para instalaciones de bombeo.
- Radiación solar en el plano de los módulos medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación de las mismas se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants – Document A”, Report EUR 16338 EN.

3.4. COMPONENTES Y MATERIALES

3.4.1. GENERALIDADES

Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a $50 V_{RMS}$ ó $120 V_{CC}$. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirá toda la información del apartado anterior, resaltando los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos. En la Memoria de Diseño o Proyecto también se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

3.4.2. GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.

Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

3.4.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37- 508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

3.4.4. ACUMULADORES DE PLOMO-ÁCIDO

Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.

Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor (por existir el apoyo de un generador eólico, cargador de baterías, grupo electrógeno, etc.), se justificará adecuadamente.

La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %.

Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.

La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.

- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

3.4.5. REGULADORES DE CARGA

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida (ver 5.4.3). La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de $-4\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ a $-5\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ por vaso, y estar en el intervalo de $\pm 1\%$ del valor especificado.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.
- Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en

la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Corriente máxima (A)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad de terminales y conexiones

3.4.6. INVERSORES

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijo). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$$V_{\text{NOM}} \pm 5 \%, \text{ siendo } V_{\text{NOM}} = 220 V_{\text{RMS}} \text{ o } 230 V_{\text{RMS}} \\ 50 \text{ Hz} \pm 2\%$$

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la tabla II.

Tabla II

Tipo de inversor		Rendimiento al 20 % de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda senoidal (*)	$P_{NOM} \leq 500 \text{ VA}$	>85%	>75%
	$P_{NOM} > 500 \text{ VA}$	>90%	>85%
Onda no senoidal		>90%	>85%

(*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20 % hasta el 100 % de la potencia nominal.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (V_{RMS}) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

3.4.7. CARGAS DE CONSUMO

Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia.

No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

3.4.8. CABLEADO

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente. Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

3.4.9. PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

3.5. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo: Funcionamiento y puesta en marcha del sistema; y prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además se deben cumplir los siguientes requisitos: Entrega de la documentación requerida en este PCT; retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.

No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

3.6. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

3.6.1. GENERALIDADES

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

3.6.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica. Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma: Mantenimiento preventivo y correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye: La visita a la instalación en los plazos indicados anteriormente, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación; El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma; y los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

3.6.3. GARANTÍAS

Ámbito general de la garantía:

- Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada

correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

Plazos:

- El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.
- Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas:

- La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación

podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía: La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Lugar y tiempo de la prestación:

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

4. PLIEGO PARA ALUMBRADO PÚBLICO

4.1. CONDICIONES DE LOS MATERIALES

4.1.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Todos los materiales cumplirán las condiciones y ensayos exigidos en la Instrucción para proyecto y ejecución de las obras de hormigón en masa o armado del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Los hormigones que se empleen responderán a la composición y resistencia característica que se exprese en cada unidad de obra; en todo caso, y salvo que se defina expresamente lo contrario, el árido que se emplee en su fabricación tendrá un tamaño máximo de 20 mm.

4.1.2. MATERIALES ELÉCTRICOS

Antes de su instalación, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los materiales a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección de la Obra aún después de colocados si no cumpliesen las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la Obra en Laboratorios que ésta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

4.1.2.1. CABLES

Los cables, constituidos por conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta policloruro de vinilo, cumplirán lo establecido en las Normas UNE 21123-2.

No se admitirán empalmes ni derivaciones de ninguna clase en las canalizaciones subterráneas, ni se admitirán cables que presenten desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen. No se permitirá el empleo de cables de procedencia distinta en un mismo circuito. En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

4.1.2.2. BÁCULOS Y COLUMNAS

Cuando sean de chapa de acero, éste será del tipo A-37b, según norma UNE 36-080-73 y de la forma y dimensiones que se describen en los planos.

Deberán entregarse galvanizados en caliente de acuerdo con el Real Decreto 2531/1985, de 18 de diciembre, no presentarán en su superficie discontinuidades, imperfecciones, manchas, bultos o ampollas. También cumplirán el Real Decreto 2642/1985 de 18 de Diciembre por el que se declaran de obligado cumplimiento sus especificaciones técnicas y su homologación por el M. de Industria. A tal fin todos estos elementos deberán poderse identificar en sitio visible por troquelado del distintivo de la marca, de conformidad de la producción y su número de identificación.

Sea cual sea su forma y material de construcción, dispondrán en la base o fuste, de una puerta de registro de dimensiones suficientes para el paso y alojamiento de los accesorios de las lámparas, situada a una altura mínima de 30 cm. del suelo. Irán provistas de cerraduras o dispositivos de cierre por tornillo de cabeza Allen de acero inoxidable. Resistirán sin deformación un peso de 50 Kg, suspendido en el punto de soporte de la luminaria que a cada uno le corresponda.

4.1.2.3. LUMINARIAS

Se rechazará cualquier luminaria que presente abolladuras, debiendo tener un aspecto liso y la superficie sin ninguna señal.

Antes de ser aceptado cualquier tipo de luminaria, el Contratista presentará al Técnico Encargado de la Obra el catálogo del fabricante en que deben figurar dimensiones, peso y características y escrito en el que se especifiquen la calidad del aluminio utilizado en su fabricación. Curva de intensidades luminosas en un plano (curva fotométrica) de la luminaria obtenida en un laboratorio Oficial, curva isolux en el suelo basada en la curva fotométrica oficial de las zonas estudiadas, así como una muestra de los diferentes tipos a emplear.

4.1.2.4. LÁMPARAS

Las lámparas a utilizar cumplirán lo señalado en el Pliego de Condiciones Constructivas del Ministerio de Industria así como los artículos 49, 50 y 54 del Reglamento de Verificaciones Eléctricas.

Serán de marca conocida y registrada como de primera categoría y su consumo en vatios no excederá de ± 10 % del nominal, manteniendo la tensión de ± 5 % también nominal. Sobre el flujo, también dado por el fabricante, se admitirá una tolerancia del 5% utilizando reactancias comerciales.

El tiempo de encendido y reencendido no será superior a 5 minutos. El porcentaje de decrecimiento del flujo luminoso respecto al nominal después del 70 % de vida, es decir, la depreciación, será como máximo del 15 %.

En laboratorio oficial se hará un ensayo, sobre el número de lámparas que determine el Técnico encargado, de flujo luminoso total, rendimiento, envejecimiento y depreciación de la lámpara.

4.1.2.5. PORTALÁMPARAS

Los portalámparas no deberán tener ninguna parte metálica exterior en comunicación eléctrica con los conductores. Los elementos aislantes serán necesariamente de porcelana. Irán provistos de sólidos y amplios contactos que eviten calentamientos anormales. Su resistencia mecánica será la suficiente para soportar un peso igual a cinco veces el de la lámpara.

4.1.2.6. TUBOS PROTECTORES

En las canalizaciones subterráneas se colocarán tubos aislantes flexibles no propagadores de la llama, con un grado de protección 7 contra los daños mecánicos.

4.2. CONDICIONES TÉCNICAS

4.2.1. REPLANTEO

El Técnico encargado de las obras hará sobre el terreno el replanteo general de la obra, señalando con exactitud la situación de todos los puntos de luz, debiendo presenciar estas operaciones el Contratista, quién se hará cargo de cuantas marcas, estacas, señales o referencias se dejen en el terreno.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos, tanto de jornales como de materiales, que se originen al efectuar el replanteo, así como de las comprobaciones que se estimen necesarias para que con auxilio de los planos y datos que figuran en la Memoria, pueda ejecutar debidamente las obras.

4.2.2. MARCHA DE LAS OBRAS

Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción y en el plazo estipulado. Los retrasos, cuando estén justificados, tendrán que ser aceptados por la dirección de la obra.

4.2.3. EJECUCIÓN DE LAS CONEXIONES

Las conexiones de los conductores entre sí y con los aparatos o dispositivos serán efectuadas de modo que los contactos sean seguros, de duración y no se calienten anormalmente. Los medios y procedimientos empleados serán apropiados a la naturaleza de los cables y al método de instalación de los mismos.

Los dispositivos de conexión estarán dimensionados de forma que los conductores puedan penetrar en ellos libremente. Solo se quitará el aislamiento de los conductores en la longitud que penetre en los bordes de la conexión.

Cuando un cable provisto de una cubierta protectora penetre en una envoltura de un aparato, en una caja de empalme o derivación, etc., la cubierta será también introducida, teniendo cuidado, si es metálica, de que no sea puesta bajo tensión.

4.2.4. CONDUCCIÓN DE ENERGÍA

ZANJAS

No se abrirán zanjas ni excavaciones de ningún tipo hasta que tenga dispuestos todos los materiales y elementos a colocar en ellas, de forma que estén el mínimo tiempo posible abiertas, y en ningún caso con antelación superior a ocho días si los terrenos son arcillosos o margosos de fácil meteorización.

Será de cuenta del Contratista, colocar todos los discos y señales de obras permanentes o no, de acuerdo con lo que en todo momento señale la Dirección y

los vigentes reglamentos, siendo responsable de los accidentes que, con éste motivo puedan ocasionarse.

Cuando la excavación impide el paso a calles de una sola entrada, o la entrada y salida de vehículos en inmuebles con pasaderas autorizadas, el Contratista deberá reducir al mínimo imprescindible los períodos en que esto ocurra; en cuanto sea posible deberá colocar medios que permitan el paso, aunque sea de forma provisional; estos medios deberán tomarse obligatoriamente antes de abandonar los trabajos al fin de la jornada laboral.

ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

No está permitido la rotura de pavimentos usando mazas u otros instrumentos contundentes; la parte del pavimento que deba removerse se separará del resto mediante tajadera de la forma más limpia posible; en caso de que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posible reutilización, se retirarán con la debida precaución para no ser dañados.

En la reposición de los pavimentos afectados, se procurará que el nuevo pavimento quede lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas que no presenten defecto, y a ser posible, nuevas. Cuando el pavimento original esté constituido por losas de piedra, bordillos de granito u otros materiales nobles, deberán reponerse con los mismos materiales existentes y, si no fuera posible por haberse deteriorado en la retirada, serán sustituidos por otros del mismo material, con calidad y aspecto iguales a los deteriorados.

COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable. Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

CRUCES CON CANALIZACIONES O CALZADAS

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas...) y de calzadas de vías con tránsito rodado, los cables se dispondrán

siempre bajo tubos, que se rodearán de una capa de hormigón en. La longitud del tubo de hormigón será, como mínimo, de 1 m a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de 15 cm. por lo menos. Al hormigonar los tubos se pondrá especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable rellenar las juntas con un producto asfáltico.

TENDIDO DE LOS CABLES

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas.

No se dará a los cables curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. Se procurará no proceder al tendido de los cables cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C para los cables aislados con material plástico. Cuando sea necesario efectuar el tendido en las citadas condiciones, deberán tomarse precauciones especiales. Se cuidará que la humedad no penetre en el cable.

EMPALMES Y DERIVACIONES

Como piezas de unión para los empalmes y derivaciones, se emplearán preferentemente manguitos y piezas de forma T o cruz, de cobre o latón estañado, con taladros o ranuras en su parte superior, y que se soldarán con aleación de estaño a los conductores. La soldadura se efectuará vertiendo varias veces consecutivas sobre la unión el estaño fundido, hasta conseguir que no queden huecos entre los alambres del conductor y la pieza de unión, siendo conveniente estañar previamente el conductor. Como desoxidante se empleará colofonia.

Las cajas y demás materiales que vayan a ser utilizados en un empalme o derivación deberán estar completamente secos y limpios, comenzando el montaje cuando se tenga la seguridad de que puede realizarse ininterrumpidamente. Si los cables están colocados bajo tubos, los empalmes y derivaciones se dispondrán en arquetas de registro. Se reducirá al mínimo el número de

empalmes de los cables, haciéndolos coincidir con las derivaciones siempre que sea posible.

4.2.5. ACOMETIDA A LOS PUNTOS DE LUZ

Los cables que unen la conducción de energía con los portalámparas de los puntos de luz, no sufrirán deterioro o aplastamiento a su paso por el interior de los brazos, postes o báculos.

Los cortocircuitos fusibles que llevarán intercalados las acometidas se colocarán en una regleta a la altura de la puerta registro.

4.2.6. POSTES Y BÁCULOS

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte no sufran los postes o báculos deterioro alguno.

El izado y colocación de los postes o báculos se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones, no siendo admisible el emplear cuñas o calzos para conseguir el montaje definitivo.

Los postes o báculos se empotrarán en un macizo de hormigón o se fijarán al mismo, si son metálicos, por medio de pernos de anclaje y placa de fijación unida al fuste.

4.2.7. MONTAJE DE LAS LUMINARIAS SOBRE LOS BRAZOS

Las luminarias se instalarán con la inclinación prevista y de modo que su plano transversal de simetría sea perpendicular al de la calzada. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula...), una vez finalizado el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta al brazo, de modo que no pueda girar u oscilar con respecto al mismo.

4.2.8. COMPROBACIÓN DE LOS MATERIALES

El técnico encargado deberá asegurarse de que los materiales instalados son de los tipos y fabricantes aceptados en el control previo y se corresponden con las muestras que obren en su poder, si las hubiere.

Las comprobaciones que no se realicen en presencia y bajo la dirección del técnico encargado, deberán encomendarse a un laboratorio oficial, siendo por cuenta de la contrata los gastos ocasionados. Se tomará una muestra del

material considerado, y si los resultados no cumpliesen las condiciones exigidas, se tomará el 5 por 100 del total de las unidades que se prevé instalar, rechazándose la partida si no se ajustasen todas las unidades ensayadas a las condiciones exigidas.

Lámparas

Para realizar los ensayos y medidas se tomarán, como mínimo, 10 lámparas, considerando como resultado de los mismos el promedio de los distintos valores obtenidos. Deberán realizarse como mínimo los ensayos y medidas que se indican a continuación:

- Medida del consumo de la lámpara.
- Medida del flujo luminoso inicial.
- Ensayo de duración para determinar la vida media.
- Ensayo de depreciación, midiendo el flujo luminoso emitido al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Luminarias

Entre los datos facilitados por el contratista al técnico encargado se incluirán las características fotométricas obtenidas en un laboratorio oficial y la pureza del aluminio utilizado en la fabricación de los reflectores, si son de éste material. Deberá comprobarse el espesor de la chapa que forma el reflector y se hará un examen del estado de su superficie.

Serán rechazadas las luminarias que den lugar a factores de uniformidad inferiores a los previstos en el proyecto. Si el nivel medio obtenido al hacer la medida de la iluminación fuese inferior al que figure en el proyecto, se deberá rechazar las luminarias o bien las lámparas, según que la causa sea achacarle a una mala distribución de la luz por las luminarias o bien a que las lámparas utilizadas emiten un flujo luminoso inferior al previsto en el proyecto.

Soportes

Se comprobará el acabado del soporte, la altura de los postes o báculos y la longitud de los brazos, y además, para los soportes de acero, el espesor de las

chapas utilizadas, el diámetro de los tubos que constituyan los brazos y el peso del soporte. Se realizarán los ensayos de resistencia mecánica y de resistencia a la corrosión, para los soportes de acero.

Cables

Para comprobar las características de los cables se realizarán, como mínimo, los ensayos y medidas que se indican a continuación:

- Medida de la resistencia óhmica de los conductores.
- Ensayo de tensión.
- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Ensayo de envejecimiento, para los cables aislados con goma o material plástico.

Aparatos de protección e interruptores

Las comprobaciones se efectuarán según lo establecido en los artículos 17 y 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.3. COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN

4.3.1. CAÍDAS DE TENSIÓN

Con todos los puntos de luz conectados y en régimen de máxima potencia, se medirá la tensión en la acometida del centro de mando y en los extremos de los diversos ramales, la caída de tensión en cada ramal no será superior al 3% de la existente en el centro de mando.

4.3.2. AISLAMIENTO

El ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra y entre conductores activos aislados. La medida del aislamiento puede efectuarse con el óhmetro o mediante prueba de tensión. El ensayo se debe realizar de acuerdo con lo establecido en el artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

4.3.3. PROTECCIONES

Se debe comprobar que la intensidad nominal de los diversos cortacircuitos fusibles o disyuntores automáticos, es igual o inferior al valor de la intensidad máxima de servicio admisible en el conductor protegido.

4.3.4. CONEXIONES

Se debe comprobar, que las conexiones de los conductores entre sí y con los aparatos o dispositivos estén realizadas de forma que los contactos sean seguros, de duración y no se calienten anormalmente.

4.3.5. EQUILIBRIO E IDENTIFICACIÓN DE FASES

Se comprobará que la conexión de los diversos puntos de luz, se ha efectuado de forma que se logre el máximo equilibrio posible entre fases, en el centro de mando y ramales. Para ello se medirán las intensidades de cada una de las fases con todos los puntos de luz conectados.

Se debe comprobar que en el cuadro de mando y en todos aquellos puntos en que se realicen conexiones, los conductores de las diversas fases y el neutro, si lo hay, son fácilmente identificables.

4.3.6. MEDIDA DE ILUMINACIÓN

La comprobación del nivel medio se realizará pasados 30 días del funcionamiento de la instalación. La medición se hará a ras del suelo, asegurándose que la tensión en la red es la nominal o lo más próxima posible, mediante luxómetros.

4.4. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Después de funcionar normalmente la instalación durante un año, contado a partir de la recepción provisional, se realizarán como mínimo, antes de la recepción definitiva de la obra, las comprobaciones que a continuación se indican, redactando posteriormente el acta de recepción definitiva y su correspondiente acta de pruebas.

Materiales

Se comprobará que las piezas conductoras de los portalámparas no se han deteriorado, los elementos de vidrio o plástico están exentos de grietas y roturas, los herrajes no han sufrido oxidación o corrosión y la luminaria se mantiene rígidamente sujeta al soporte. Los soportes no presentan trazas de oxidación o corrosión, se mantienen sólidamente sujetos, y los postes o báculos conservan su montaje a plomo. Los contactos de los aparatos destinados a abrir y cerrar circuitos no se han "quemado" o experimentado desgaste anormal. Los interruptores horarios efectúan el encendido y apagado de la instalación de acuerdo con el reglaje previamente establecido.

Instalación

Se comprobará el aislamiento de la instalación, las caídas de tensión y la iluminación media.

4.5. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

Obras de tierra

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentre al realizarlas. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección. Los precios de excavación se entienden en cualquier tipo de terreno, pudiendo el contratista hacer uso de la maquinaria auxiliar que estime oportuna, pero en ningún caso se aceptará sobreprecio por su empleo, por dificultad o dureza del terreno o por roturas en servicios existentes.

Obras de fábrica

Igualmente que las anteriores serán abonadas por unidades de obra totalmente terminadas.

Conductores y material eléctrico

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo

en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

Los conductores se medirán instalados, realizándose la medición según la horizontal apreciable, en los tramos aéreos, o en línea recta entre puntos cuando el tendido sea subterráneo y no existan referencias para conocer el tendido exacto; no se medirán excesos por cocas, senos, acometidas a puntos o pequeñas variaciones verticales en el trazado, ya que en los cuadros de precios se aplica una partida a estas cantidades.

Partidas alzadas

El abono de éstas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las obras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

Medios auxiliares

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear en las obras, de manera que se realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. PLAN DE OBRAS

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

5.2. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS

Deberán dar comienzo antes de los 30 días naturales contados desde la notificación de la adjudicación definitiva de las obras.

5.3. PLAZO DE GARANTÍA

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción Provisional, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

5.4. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos de anuncio de subasta, replanteo general y de replanteos parciales, los de inspección y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidaciones en la forma en que pudiera estar previsto con carácter general para las demás Obras Públicas dependientes del Ministerio de Obras Públicas.

5.5. ACCIDENTES DE TRABAJO

El Contratista viene obligado a asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

5.6. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Previamente a la iniciación de los trabajos de instalación de alumbrado público a que se refiere el presente proyecto o durante el período de montaje, la Dirección de Obra podrá solicitar certificados de homologación de los materiales que intervienen en la instalación de alumbrado público, así como documentación y catálogos en los que se indiquen sus características principales.

5.7. LIBRO DE ÓRDENES

Para el seguimiento de las instalaciones deberá existir un "LIBRO DE ÓRDENES" con hojas numeradas correlativamente en el que se anotarán asimismo las modificaciones al Proyecto si las hubiera, para conocimiento de la Propiedad y del Instalador autorizado que realice las instalaciones de alumbrado.

5.8. DISPOSICIÓN FINAL

En todo aquello que no se halle concretamente especificado en este Pliego de Condiciones se deberá atener el Contratista a lo dispuesto en el vigente Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas.

Caso de discrepancia entre las especificaciones y/o descripciones contenidas en los diversos documentos del presente Proyecto, prevalecerán las del Presupuesto sobre cualquier otra, las de la Memoria sobre Planos o Pliegos de Condiciones, y en cualquier caso, será prioritario el criterio de la Dirección de Obra.

Murcia, Mayo de 2013
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Adrián Ortigosa Buendía

***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

***DOCUMENTO N° 4: MEDICIONES Y
PRESUPUESTO***

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. – PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPÍTULO 1. – INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

CAPÍTULO 2. – INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

2. – PRESUPUESTO TOTAL

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPÍTULO 1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Totales	Descripción	Precio unitario	Importe total
50	Panel solar fotovoltaico de 333 W de la serie E20 de SunPower, modelo SPR-333NE-WHT-D de silicio monocristalino, aislamiento clase II, grado de protección IP65. Incluye conexiones multicontact MC4. Medida la unidad instalada.	390	19.500
50	Estructura soporte Mounting Systems Lambda de Alba Solar construida en aluminio y acero inoxidable, con un alto grado de resistencia a la corrosión y una larga vida útil. Medida la unidad instalada.	90	4.500
4	Regulador de carga solar de 4800 W Xantrex modelo XW MPPT80-600 de Schneider Electric, con seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) y aislamiento clase II. Medida la unidad instalada.	1.500	6.000
48	Batería solar de 2 V y 4710 Ah OPzS, estacionaria, de placa tubular y de plomo-ácido tipo 24PVS 4560 modelo Secura PVS solar de BAE, con grado de protección IP25 y terminales con cubiertas aislantes. Incorpora cable de interconexión y bancada. Medida la unidad instalada.	1.052	50.496
3	Inversor monofásico de onda senoidal pura de 2000 VA modelo Xtender XTM 2600-48 de Studer, con función de cargador de baterías y grado de protección IP20. Incorpora cable de comunicación con conectores RJ45/8 y módulo de programación RCC-02 para conexión trifásica. Medida la unidad instalada.	2.224	6.672
1	Grupo electrógeno Diesel trifásico de 6500 VA modelo GE-6500 SX/GS de Mosa. Incorpora magnetotérmico y relé diferencial, grado de protección IP23. Medida la unidad instalada.	3.916	3.916
126 m	Cable solar Exzhellent Solar ZZ-F (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x2,5 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	1,85	233,1
88 m	Cable RZ1-K (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x2,5 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	0,73	64,24
120 m	Cable RZ1-K (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x4 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	1,03	123,6
12 m	Cable RZ1-K (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x10 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	2,33	27,96
64 m	Cable RZ1-K (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x16 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	3,39	216,96

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

8 m	Cable RZ1-K (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x35 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	7,29	58,32
4 m	Cable RZ1-K (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x95 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	18,24	72,96
4 m	Cable RZ1-K (AS) con conductor de cobre unipolar de 1x150 mm ² de sección para instalación fotovoltaica. Medida la unidad instalada.	27,83	111,32
15 m	Tubo protector rígido de 63 mm de diámetro para montaje superficial, no propagador de la llama. Medida la unidad instalada.	5,72	85,8
73 m	Bandeja soporte de rejilla metálica con resistencias al impacto, a la temperatura y a la propagación de la llama. Medida la unidad instalada.	5,05	368,65
1	Puesta a tierra del neutro formada por 2 picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud en hilera unidas por un conductor desnudo de 50 mm ² . Medida la unidad instalada.	44,02	44,02
7	Cuadro de distribución de superficie con clase de aislamiento II.	7,93	55,51
1	Protecciones de la instalación fotovoltaica: - 8 Interruptores magnetotérmicos bipolares de 10 A. - 4 Interruptores magnetotérmicos bipolares de 125 A. - Interruptor automático tetrapolar de 500 A. - 3 Interruptores magnetotérmicos bipolares de 50 A. - Interruptor-seccionador tetrapolar de 20 A.	5758,25	5758,25
TOTAL CAPÍTULO 1			98.304,69 €

IMPORTE TOTAL CAPÍTULO 1.....98.304,69 x 4 = 393.218,76 €

CAPÍTULO 2. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

Totales	Descripción	Precio unitario	Importe total
239	Luminaria Philips SpeedStar LED modelo BGP322 T35 1xGRN104-2S/657 DM de 90 W de potencia y flujo luminoso de 9048 lúmenes, de clase I, grado de protección IP-65 IK-08, color gris plata satinado. Incorpora equipo reductor de flujo para doble nivel de iluminación mediante control por línea de mando. Medida la unidad instalada.	1.161	277.479
233	Columna troncocónica de chapa de acero galvanizado de 9 m de altura. Incorpora brazo simple, caja de conexión y derivación con fusibles de 6 A y conexión de cables y placa de base más anclajes a la cimentación. Medida la unidad instalada.	367	85.511

PROYECTO: ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES

DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

6	Columna troncocónica de chapa de acero galvanizado de 12 m de altura. Incorpora brazo simple, caja de conexión y derivación con fusibles de 6 A y conexión de cables y placa de base más anclajes a la cimentación. Medida la unidad instalada.	648	3.888
5.064 m	Apertura zanja en acera, cinta de señalización y demás materiales. Rellenado y compactado.	4,69	23.750,16
330 m	Apertura zanja en cruce de calzada, cinta de señalización, tubo de reserva y demás materiales. Hormigonado, relleno y compactado.	7,89	2.603,7
291	Arqueta de obra para cruces de calzada y puntos de luz de dimensiones 40x40x60 cm. Medida la unidad instalada.	48,05	13.982,55
239	Basamento de hormigón H-175 Kg/cm ² de dimensiones s/planos, plantilla, pernos de anclaje y tubo de PVC. Medida la unidad instalada.	40,97	9.791,83
5.394 m	Tubo de PVC corrugado de 90 mm de diámetro. Medida la Ud. instalada.	3,74	20.173,56
21.576 m	Conductor de cobre unipolar de 1x6 mm ² de sección RV-K 0,6/1 kV para red de alumbrado público y acometida. Medida la unidad instalada.	1,27	27.401,52
5.394 m	Conductor de cobre unipolar de 1x2,5 mm ² de sección RV-K 0,6/1 kV para red de control de flujo. Medida la unidad instalada.	0,63	3.398,22
5.394 m	Conductor de cobre unipolar aislado de 1x16 mm ² de sección H07V-R 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo para red de tierra. Medida la unidad instalada.	3,92	21.144,48
76	Pica de puesta a tierra de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. Incluye grapa, empalme y pequeño material. Medida la unidad instalada.	9,25	703
4	Centro de mando para dos salidas. Incluye: - Caja general de protección: fusibles de protección de 16 A - Módulo de medida: formado por contador de activa, 4 hilos 16 A y contador de reactiva, 4 hilos 16 A. - Módulo de mando y protección: formado por interruptor general de 16 A, dos contactores, conmutador de tres posiciones, reloj astronómico con dos interruptores, dos diferenciales de 6 A y 300 mA y ocho magnetotérmicos unipolares de 6 A. Medida la unidad instalada.	1995,29	7.981,16
TOTAL CAPÍTULO 2			497.808,18

IMPORTE TOTAL CAPÍTULO 2.....

497.808,18 €

2. PRESUPUESTO TOTAL

Capítulo	Resumen	Importe
1	Instalación Fotovoltaica	393.218,76
2	Instalación de Alumbrado Público	497.808,18
TOTAL PRESUPUESTO		891.026,94 €

Asciende el presente presupuesto a la figurada cantidad de **OCHOCIENTOS NOVENTA Y UN MIL VEINTISÉIS CON NOVENTA Y CUATRO EUROS.**

Murcia, Mayo de 2013
El Ingeniero Técnico Industrial

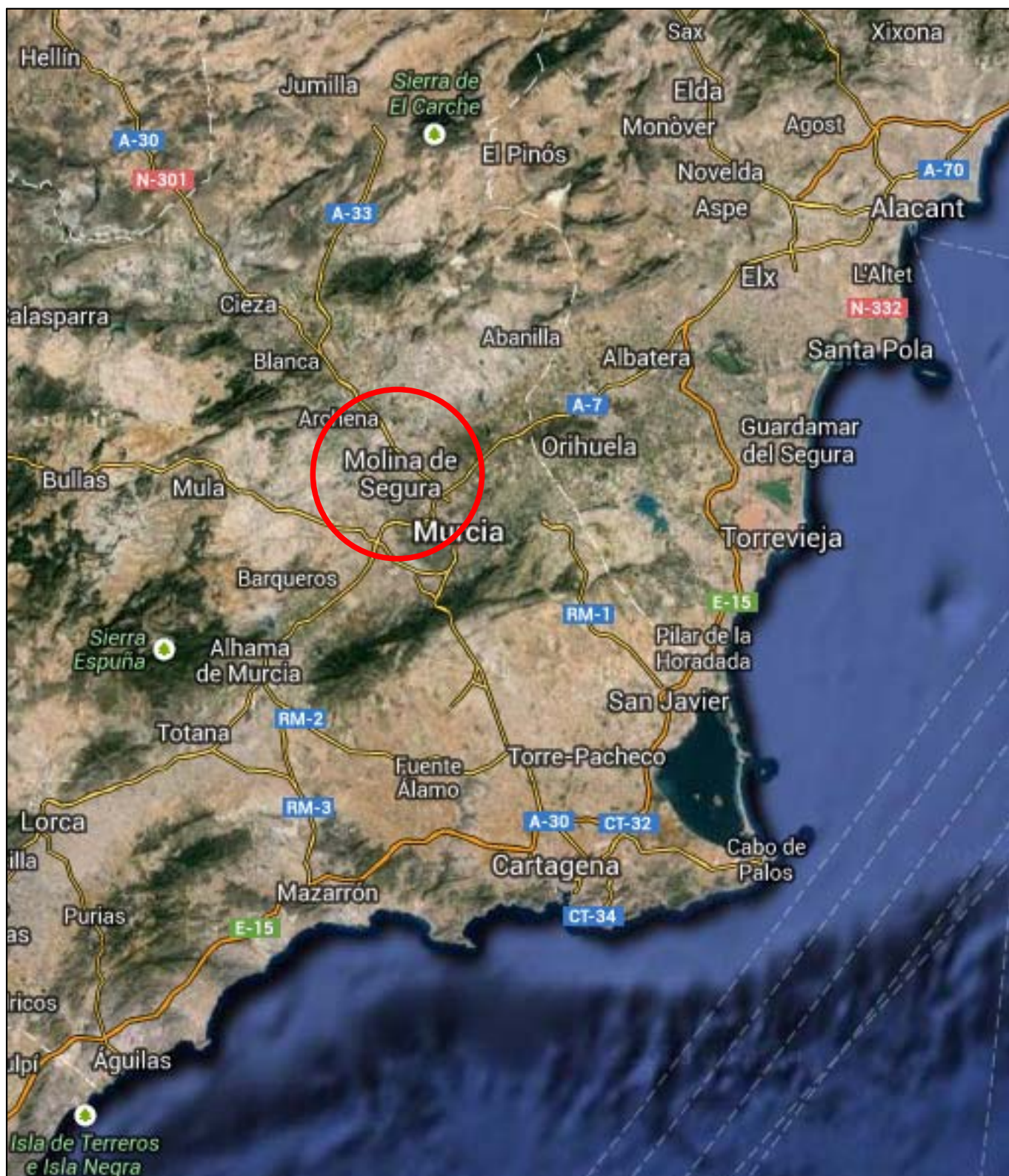
Fdo.: Adrián Ortigosa Buendía

***ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE
LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON
GENERADORES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS
SOBRE CUBIERTAS DE NAVES INDUSTRIALES***

DOCUMENTO Nº 5: PLANOS

PLANOS

- 1. – SITUACIÓN GEOGRÁFICA**
- 2. – EMPLAZAMIENTO**
- 3. – EMPLAZAMIENTO INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS**
- 4. – DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS Y CUADROS DE PROTECCIÓN**
- 5. – ESQUEMA UNIFILAR FOTOVOLTAICO**
- 6. – PLANTA GENERAL DE ALUMBRADO PÚBLICO**
- 7. – ESQUEMA CENTRO DE MANDO**
- 8. – CENTRO DE MANDO Y PUESTA A TIERRA**
- 9. – DETALLE DE ZANJAS Y ARQUETAS**
- 10. – DETALLE DE COLUMNAS**
- 11. – DETALLE CIMENTACIÓN Y PUESTA A TIERRA DE COLUMNAS**



NOMBRE DEL PROYECTO
ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS
CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS

PLANO Nº

1

ESCALA

1:500000

NOMBRE DEL PLANO

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

SUSTITUYE AL PLANO

SUSTITUIDO POR

NOMBRE DEL INGENIERO

FECHA

MAYO 2013

Nº HOJAS

1/1

ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA



NOMBRE DEL PROYECTO
ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS
CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS

PLANO Nº

2

ESCALA

1:20000

NOMBRE DEL PLANO

EMPLAZAMIENTO

SUSTITUYE AL PLANO

SUSTITUIDO POR

NOMBRE DEL INGENIERO

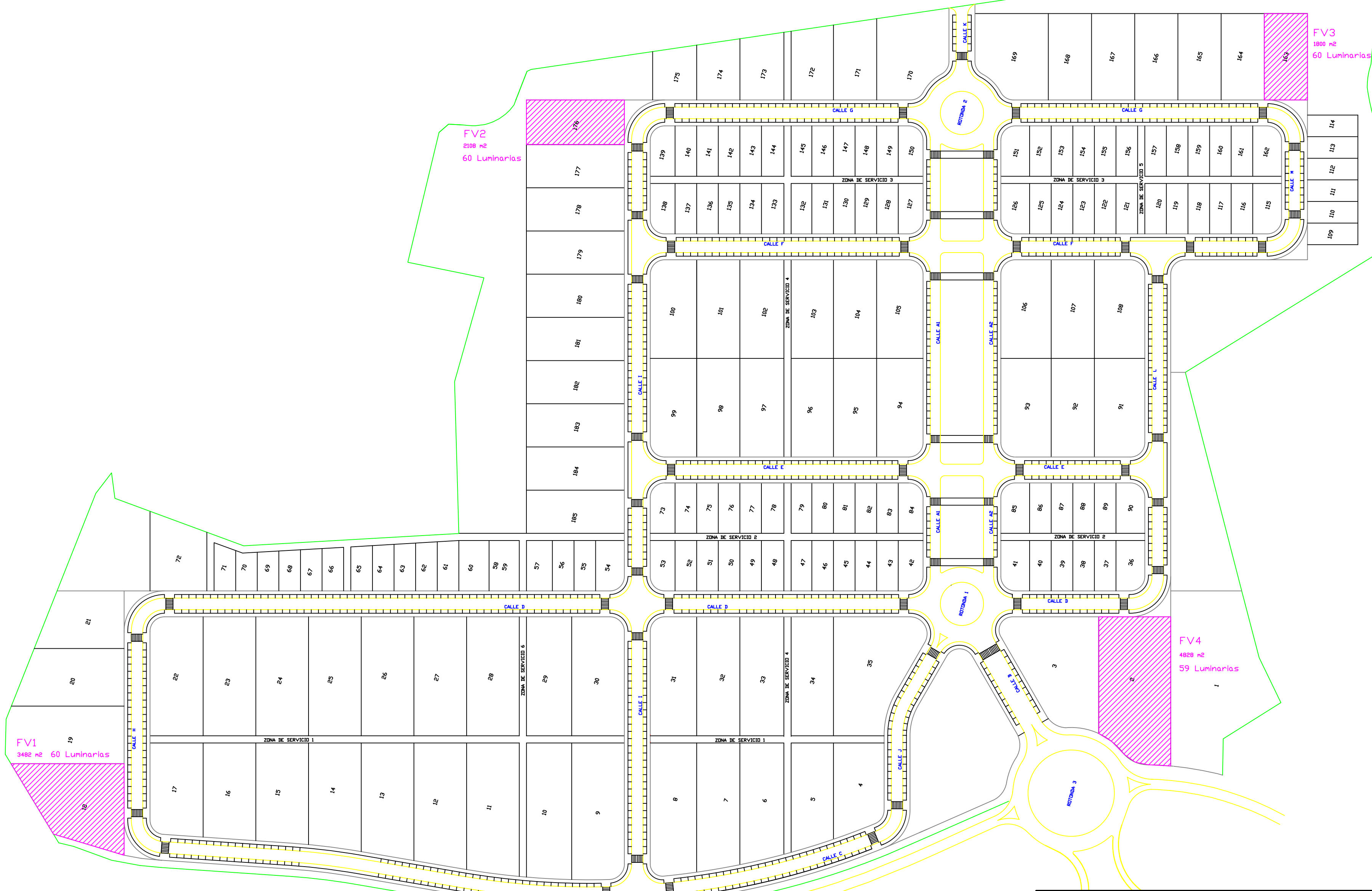
FECHA

MAYO 2013

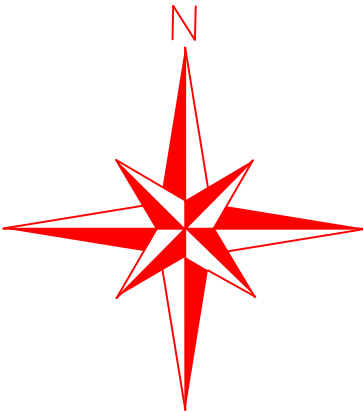
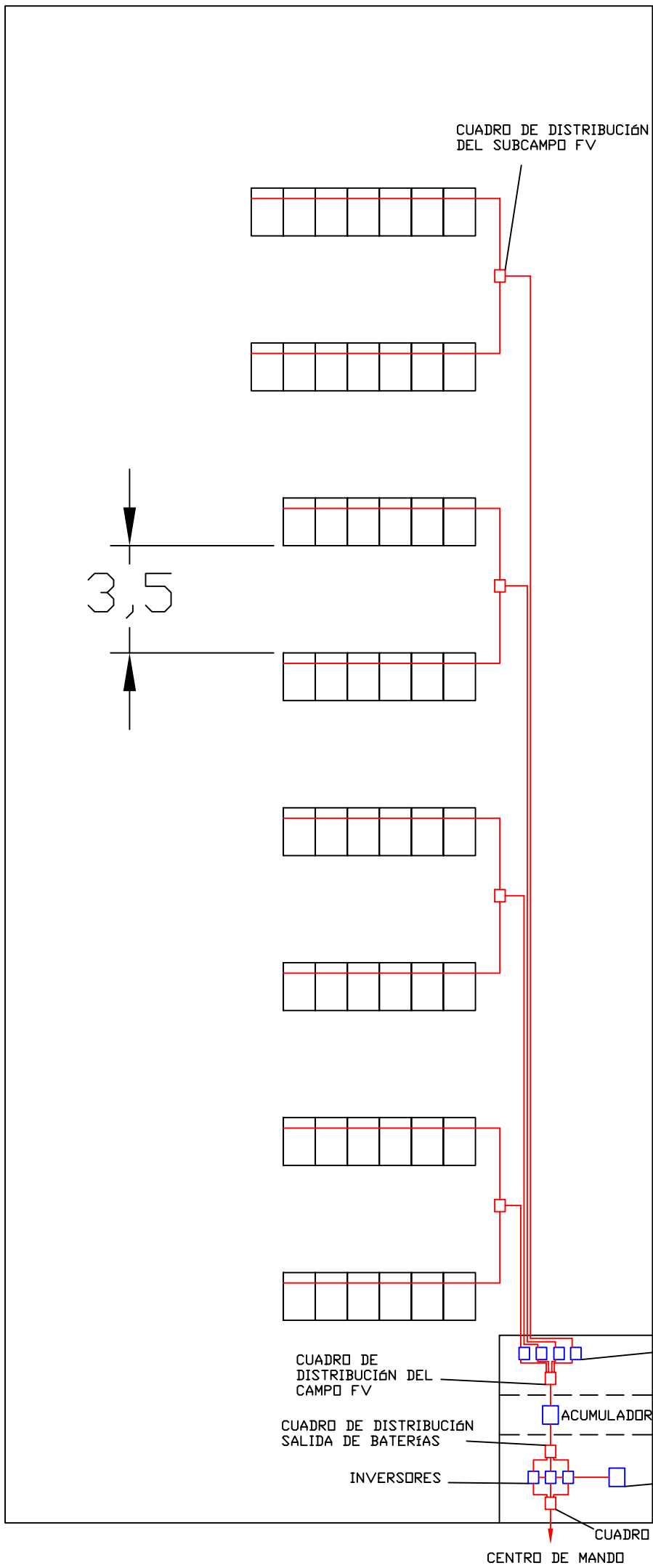
Nº HOJAS

1/1

ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA



	NOMBRE DEL PROYECTO		PLANO N°
	ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS		3
ESCALA	NOMBRE DEL PLANO		
1:2000	EMPLAZAMIENTO INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS		
SUSTITUYE AL PLANO		SUSTITUIDO POR	
FECHA	MAYO 2013	Nº HOJAS	1/1
NOMBRE DEL INGENIERO			
ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA			



NOMBRE DEL PROYECTO
ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS
CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS

PLANO Nº
4

ESCALA
S/E

NOMBRE DEL PLANO
DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS Y CUADROS DE PROTECCIÓN

SUSTITUYE AL PLANO

SUSTITUIDO POR

NOMBRE DEL INGENIERO

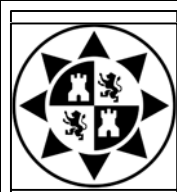
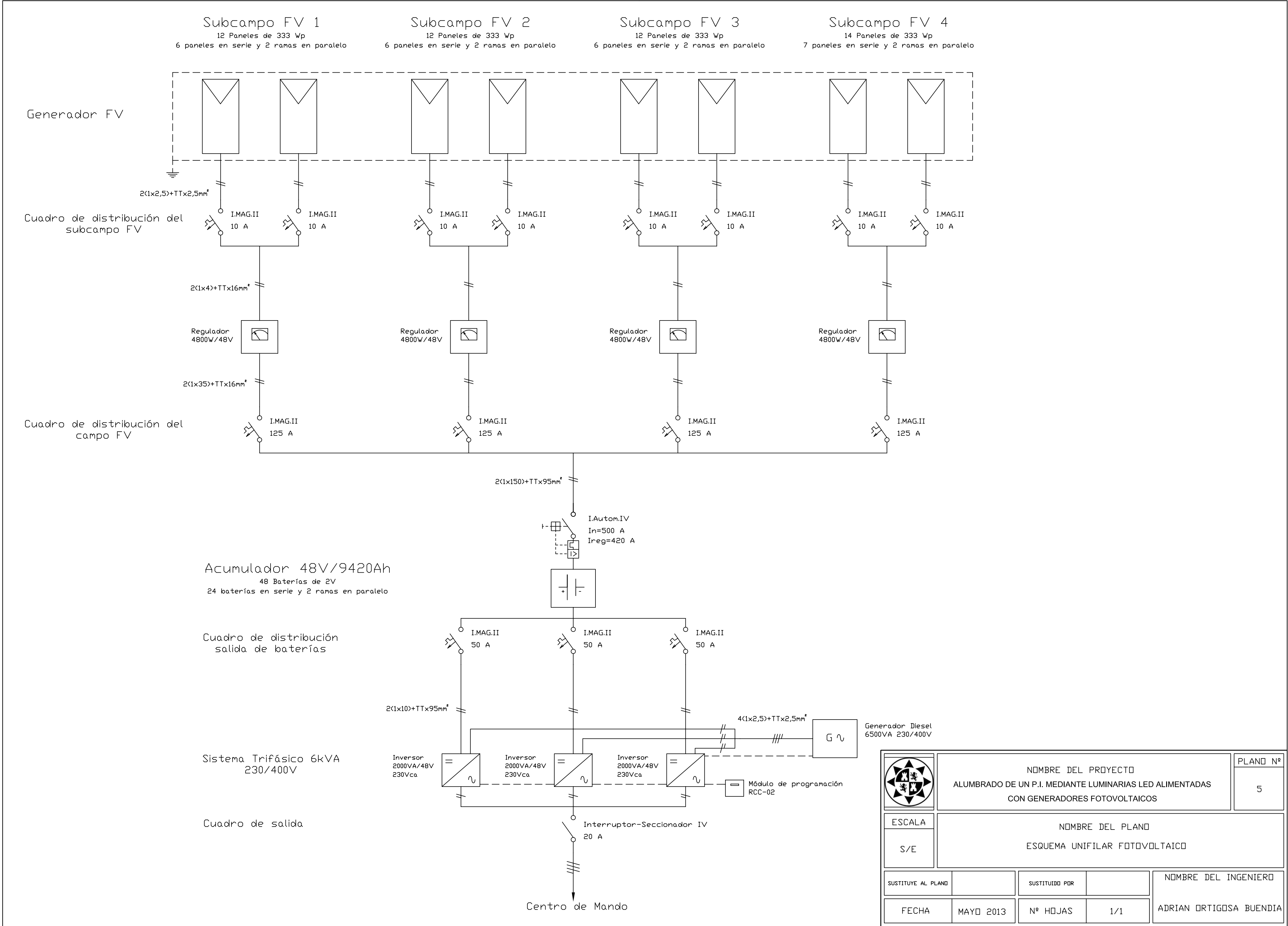
FECHA

MAYO 2013

Nº HOJAS

1/1

ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA



NOMBRE DEL PROYECTO
ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS
CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS

PLANO N°
5

ESCALA
S/E

NOMBRE DEL PLANO
ESQUEMA UNIFILAR FOTOVOLTAICO

SUSTITUYE AL PLANO

SUSTITUIDO POR

NOMBRE DEL INGENIERO

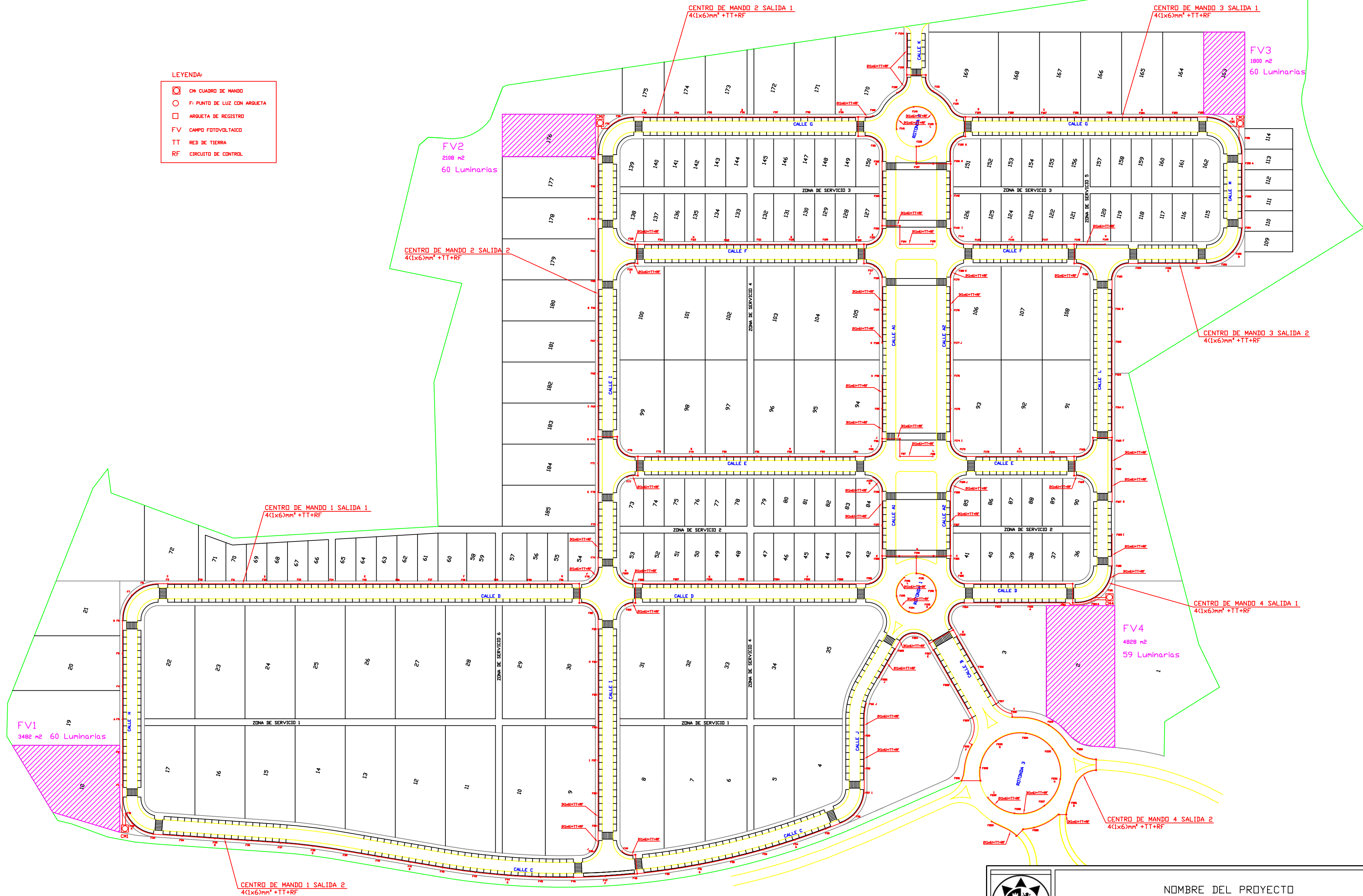
FECHA

MAYO 2013

Nº HOJAS

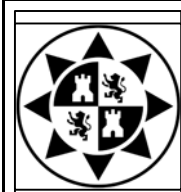
1/1

ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA



LEYENDA:

- CH CUADRO DE MANDO
- F1 PUNTO DE LUZ CON ARQUETA
- ARQUETA DE REGISTRO
- FV CAMPO FOTOVOLTAICO
- TT RED DE TIERRA
- RF CIRCUITO DE CONTROL



NOMBRE DEL PROYECTO
ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS
CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS

PLANO N°
6

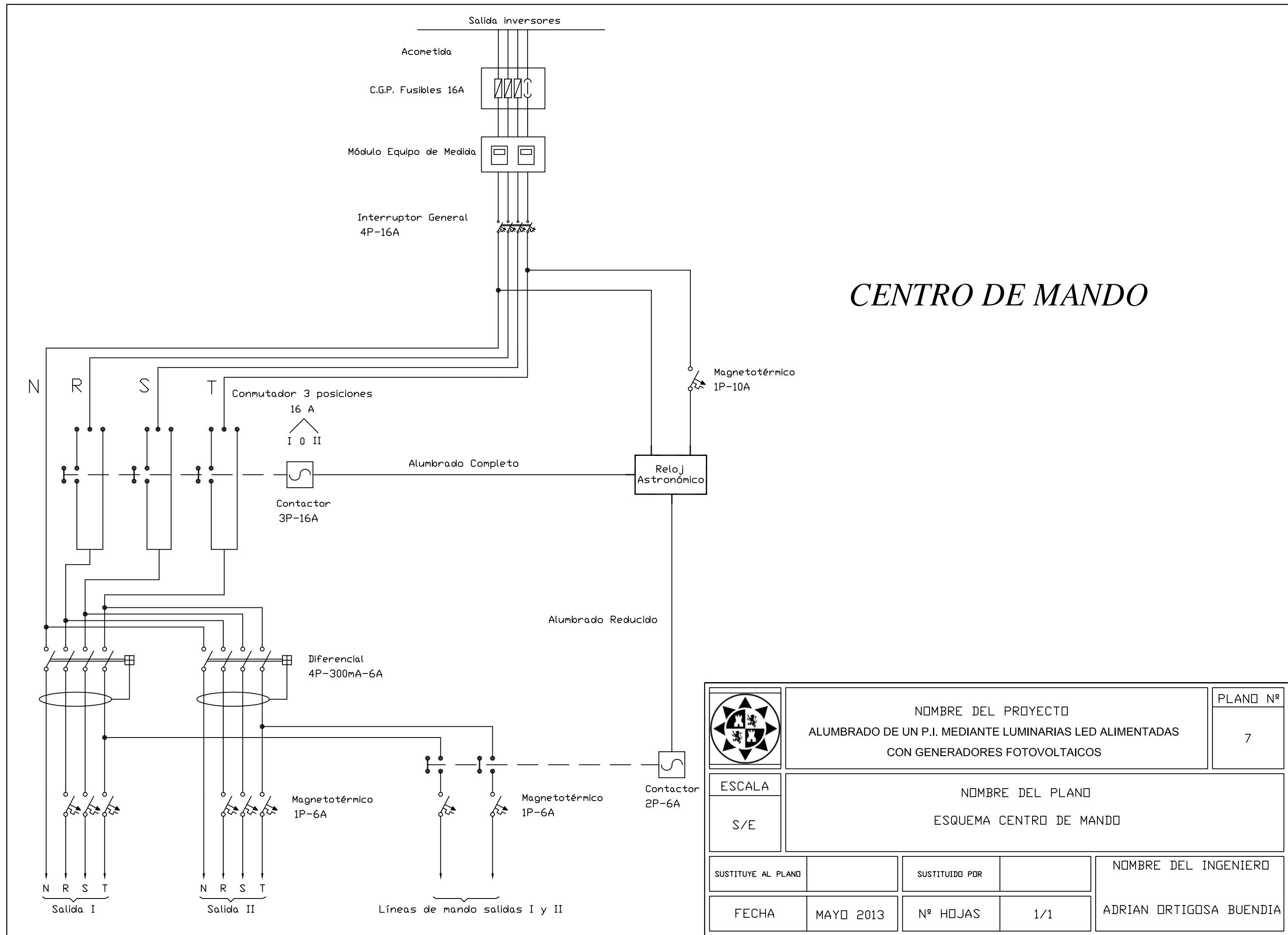
ESCALA
1:2000

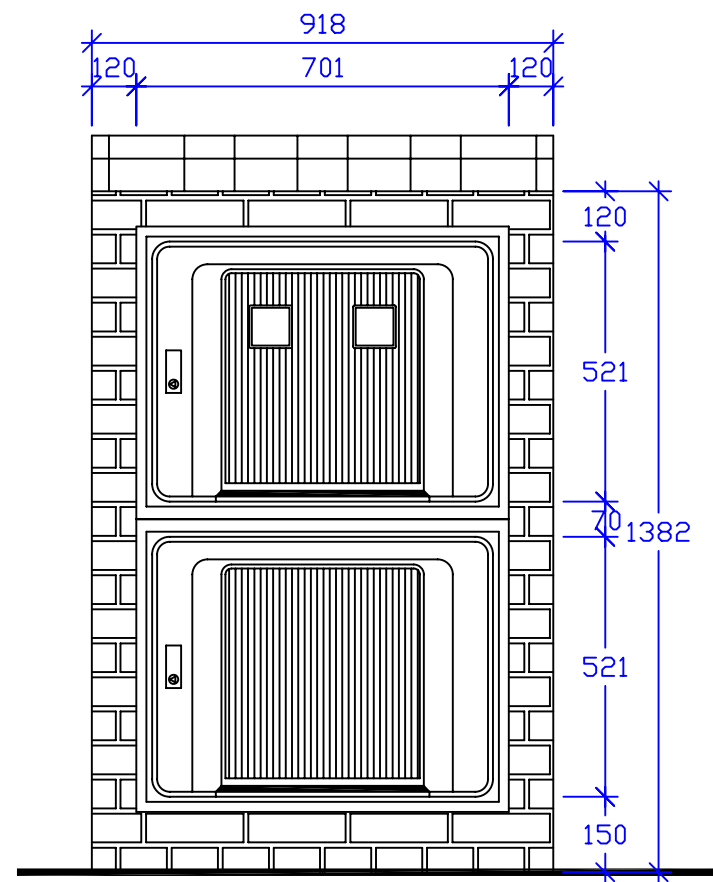
NOMBRE DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE ALUMBRADO PUBLICO

SUSTITUYE AL PLANO
FECHA
MAYO 2013

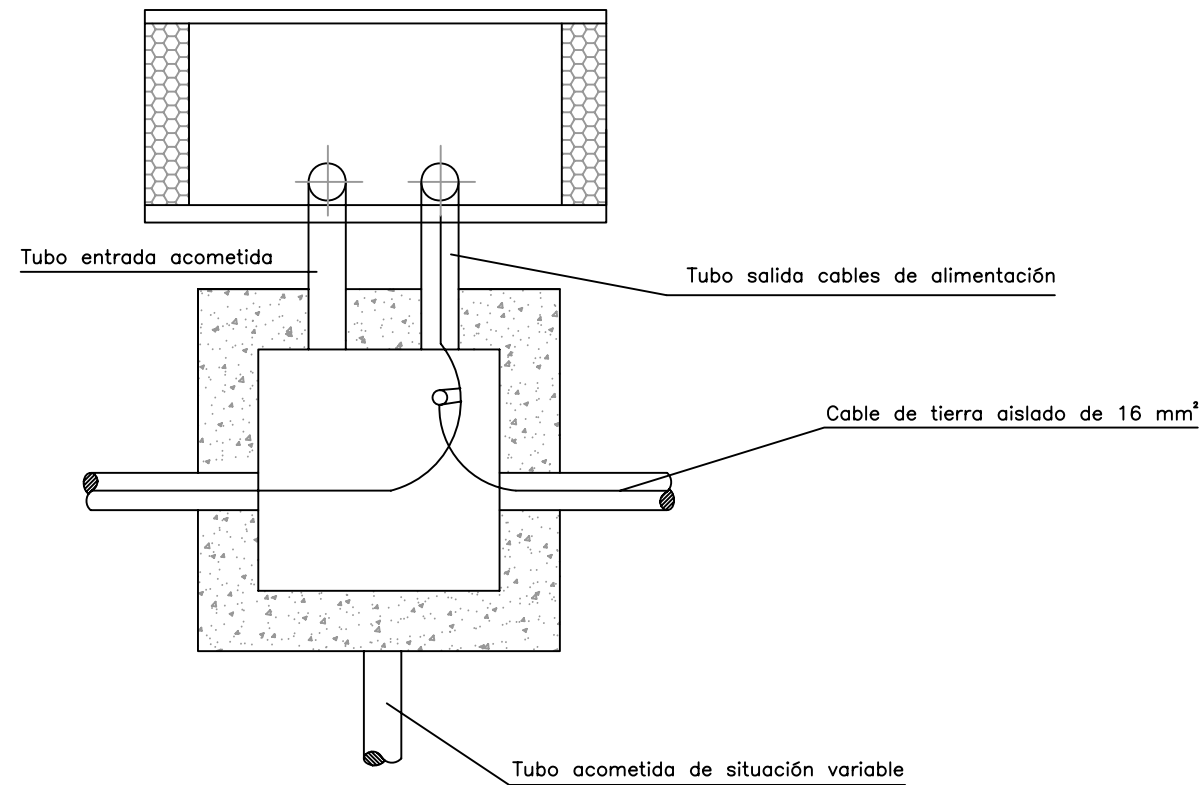
SUSTITUIDO POR
N° HOJAS
1/1

NOMBRE DEL INGENIERO
ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA

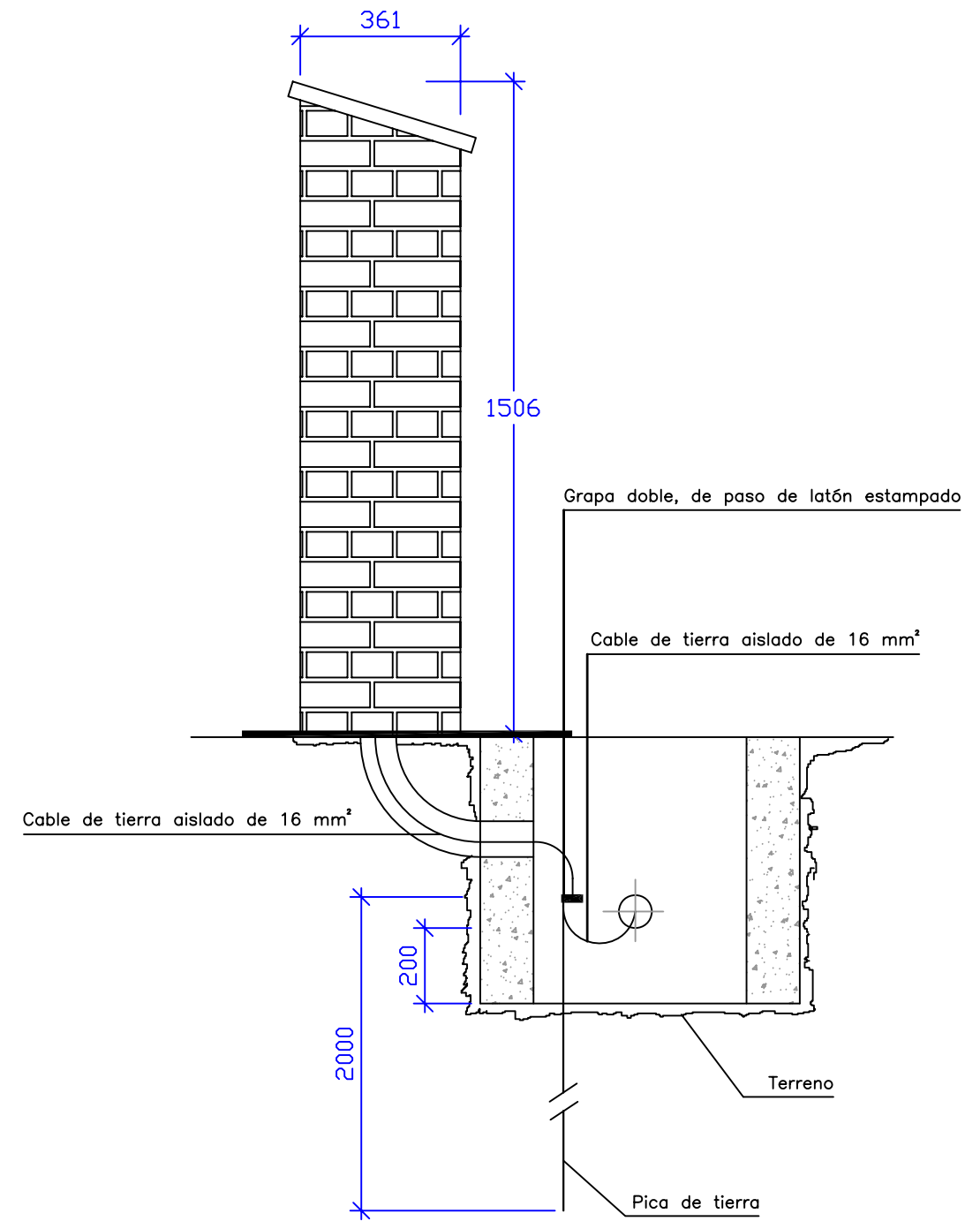




ALZADO



PLANTA



NOMBRE DEL PROYECTO
ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS
CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS

PLANO N°

8

ESCALA

S/E

NOMBRE DEL PLANO
CENTRO DE MANDO Y PUESTA A TIERRA

SUSTITUYE AL PLANO

SUSTITUIDO POR

NOMBRE DEL INGENIERO

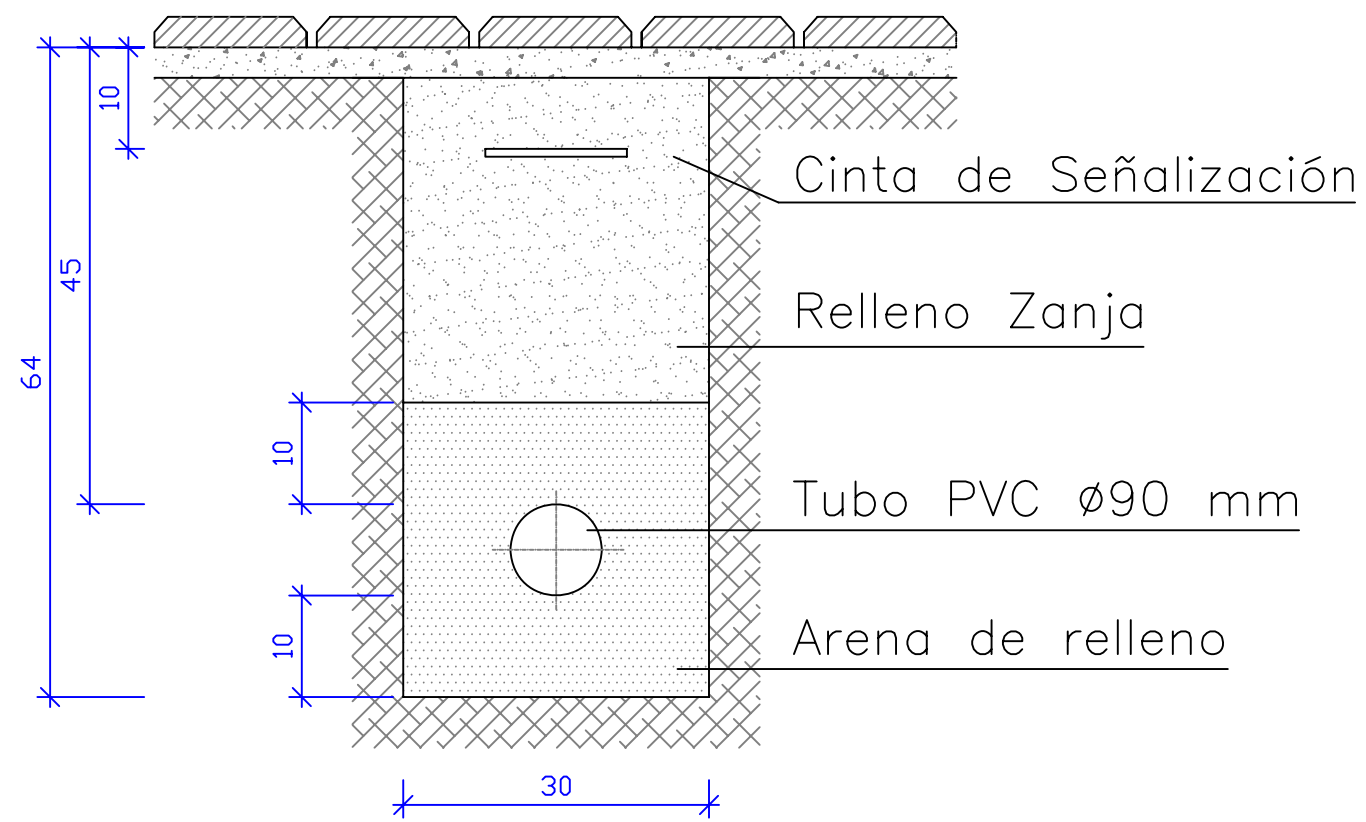
FECHA

MAYO 2013

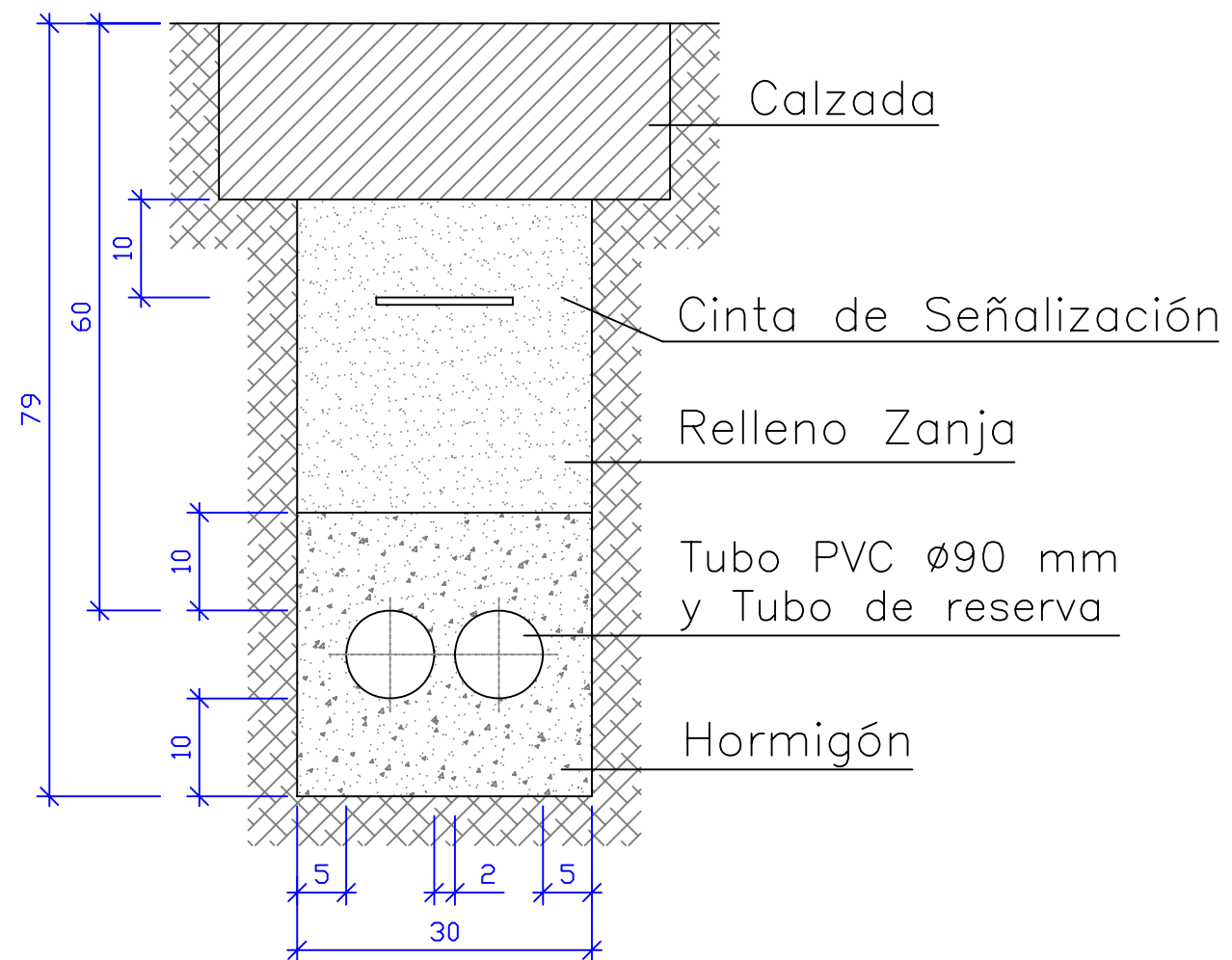
N° HOJAS

1/1

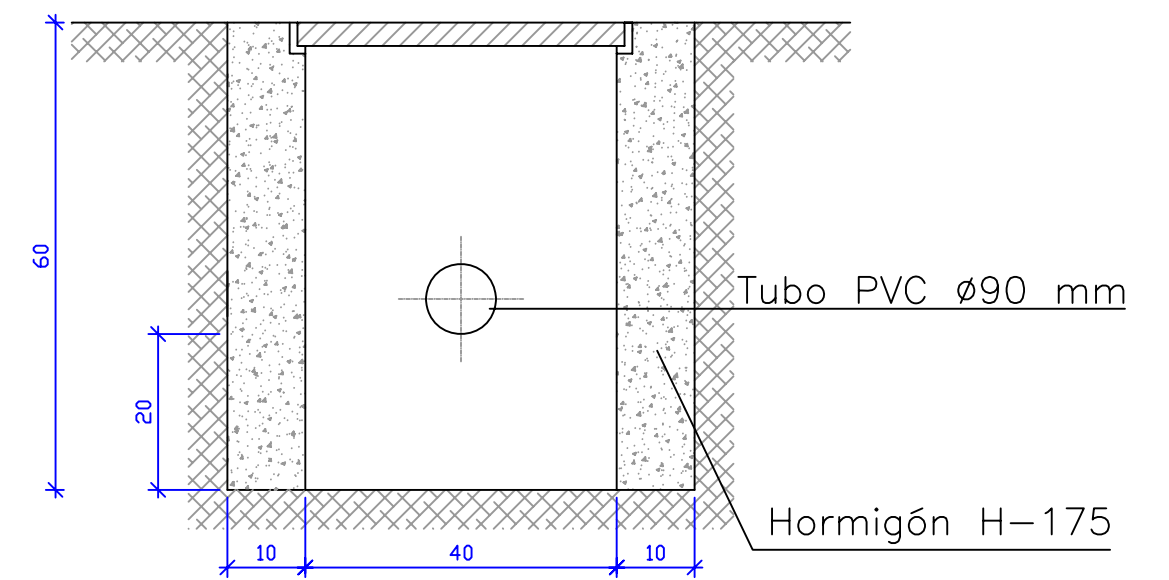
ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA



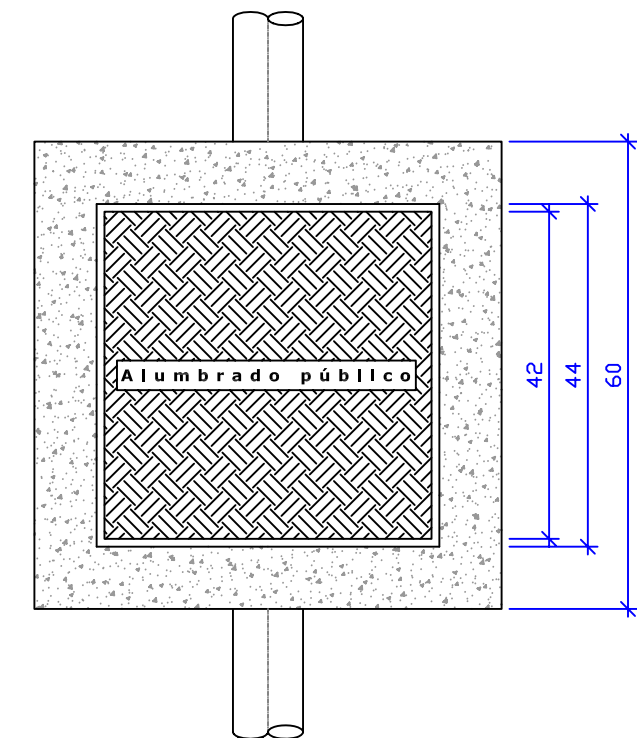
ZANJA EN ACERA



ZANJA EN CRUCE DE CALZADA

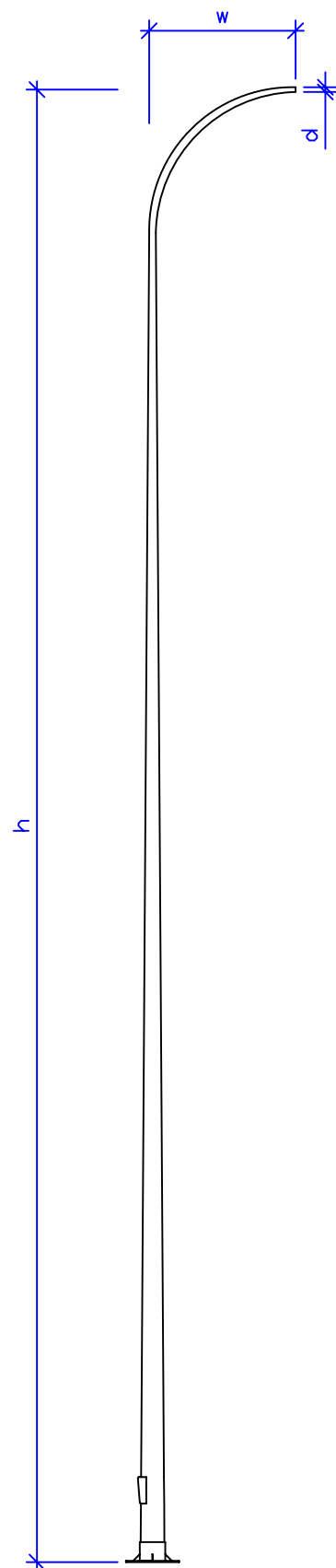


ARQUETA SECCION

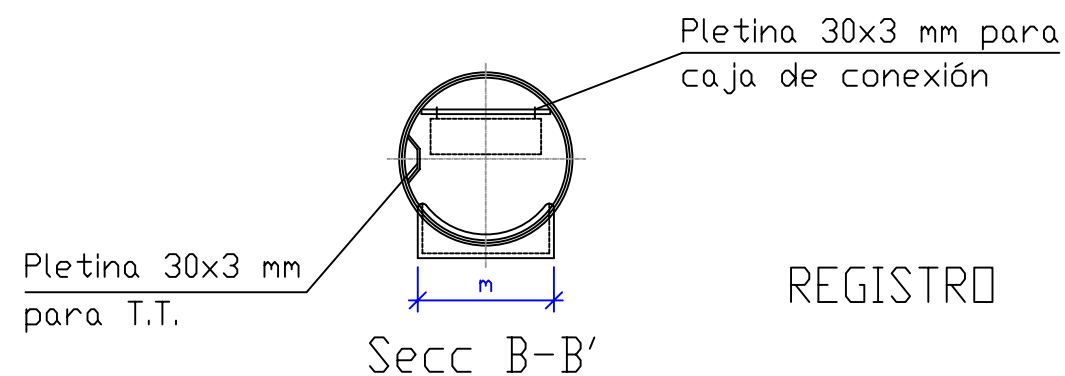


ARQUETA PLANTA

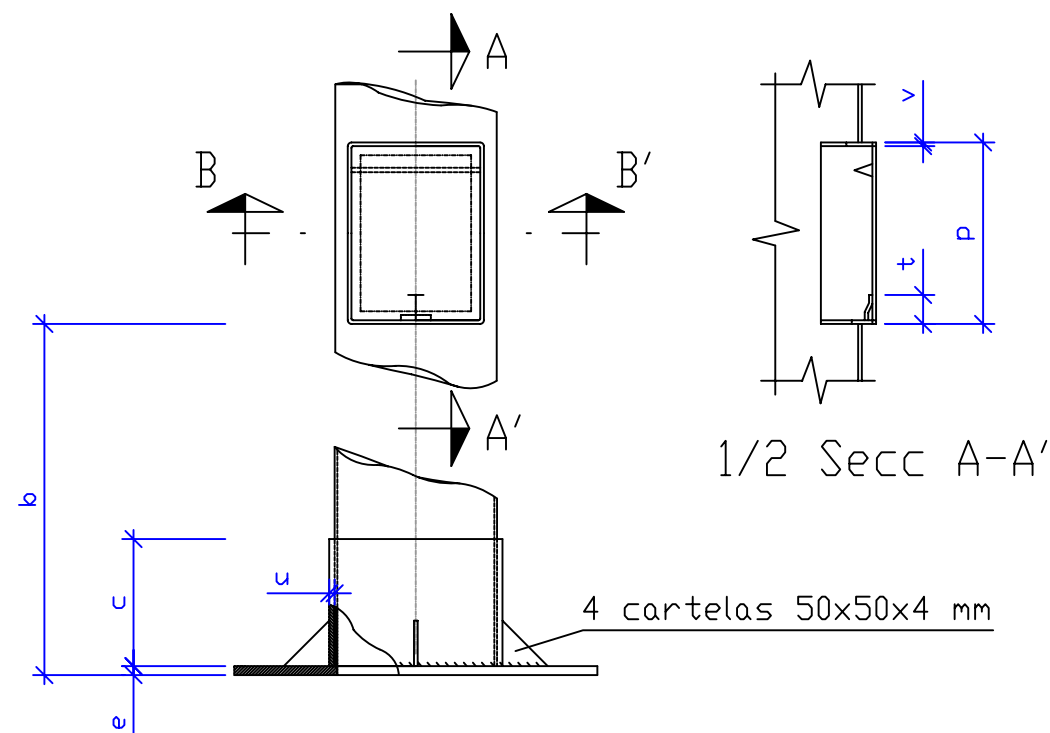
	NOMBRE DEL PROYECTO			PLANO N°
	ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS			9
ESCALA	NOMBRE DEL PLANO			
S/E	DETALLE DE ZANJAS Y ARQUETAS			
SUSTITUYE AL PLANO		SUSTITUIDO POR		NOMBRE DEL INGENIERO
FECHA	MAYO 2013	N° HOJAS	1/1	ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA



BACULO

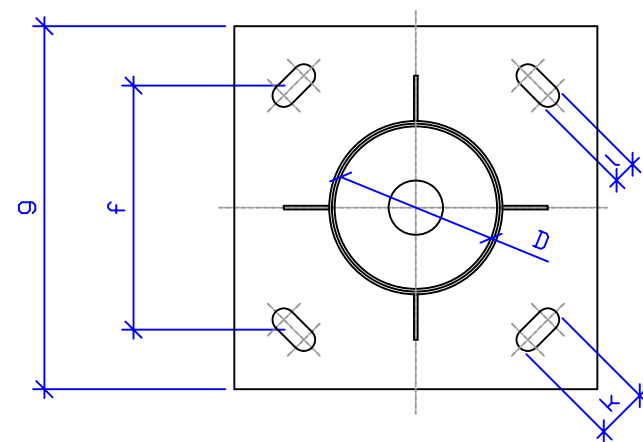


REGISTRO




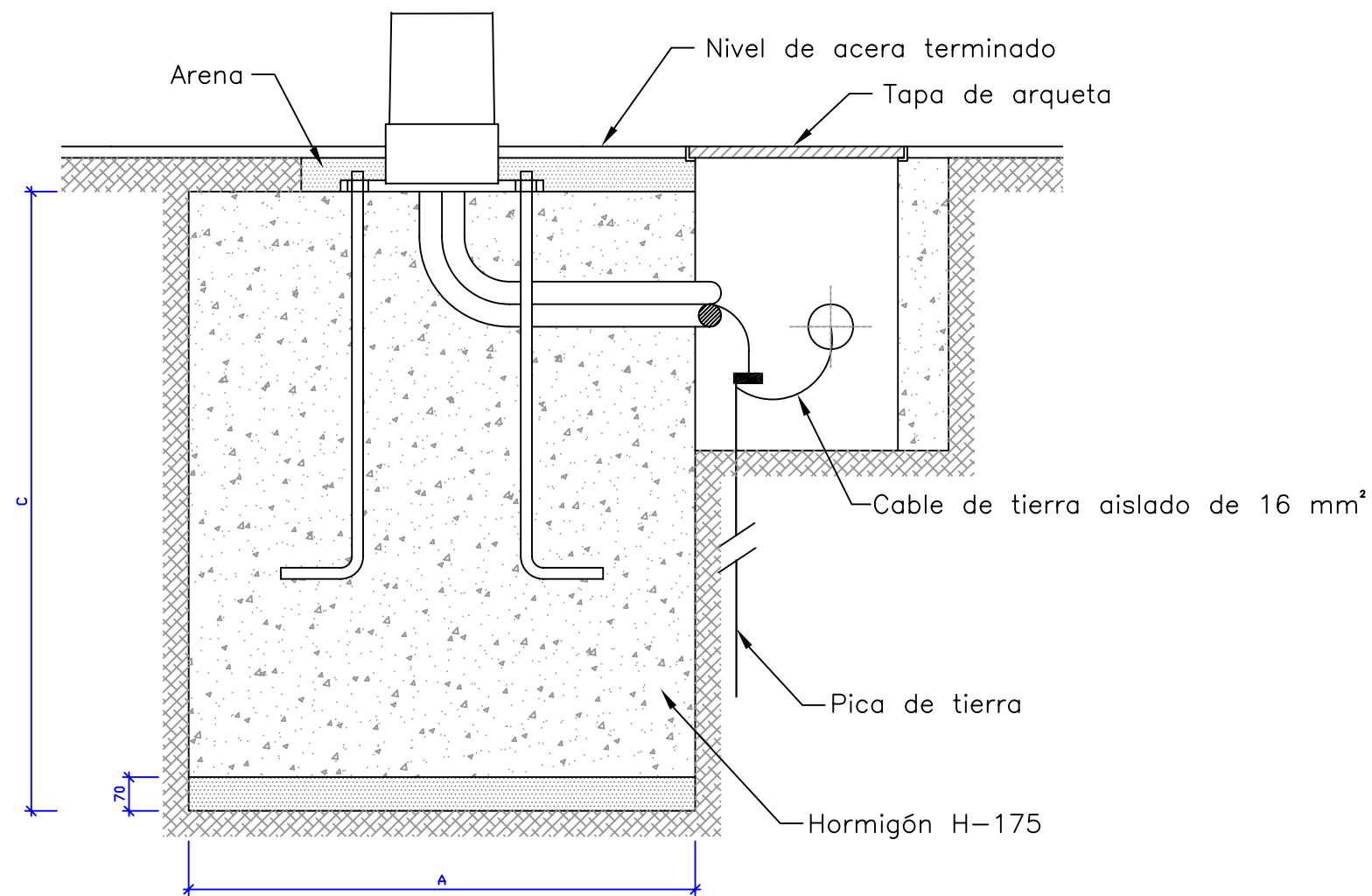
DIMENSIONES DE LOS SOPORTES INSTALADOS (mm)

BACULO				COTAS PLACA DE ASIENTO								COTAS REGISTRO			
h	D	d	w	b	c	e	f	g	k	l	u	m	p	t	v
9000	192	60	2,4/2m	440	140	8	285	400	50	25	4	150	200	32	4
12000	218	60	1000	440	140	10	285	400	50	25	4	150	200	32	4

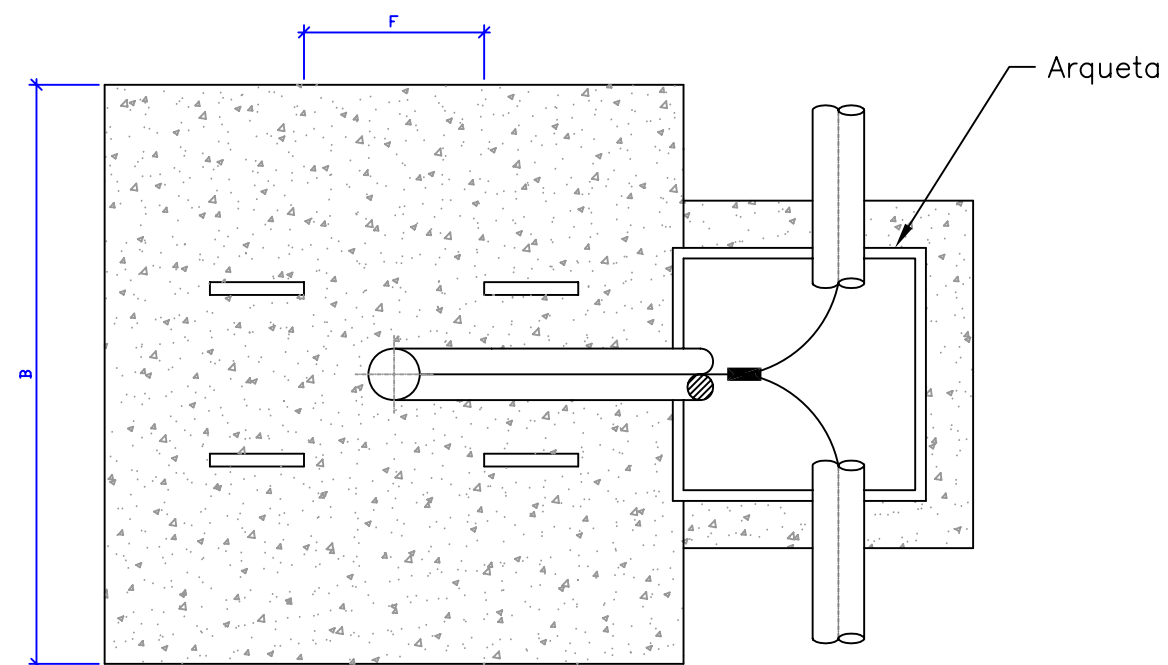


PLACA DE ASIENTO

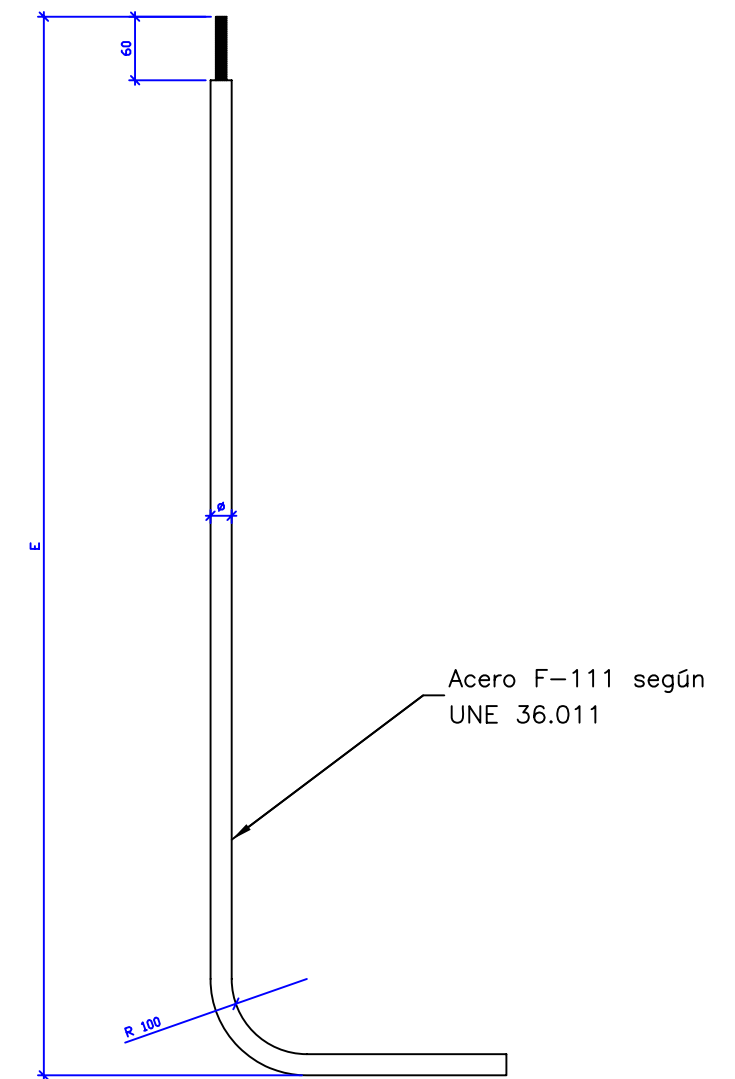
	NOMBRE DEL PROYECTO ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS			PLANO N° 10
	ESCALA S/E	NOMBRE DEL PLANO DETALLE DE COLUMNAS		
SUSTITUYE AL PLANO		SUSTITUIDO POR		NOMBRE DEL INGENIERO ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA
FECHA	MAYO 2013	N° HOJAS	1/1	



SECCION




PLANTA



PERNO

DIMENSIONES DE LOS DADOS DE HORMIGON (mm)

COLUMNA	A	B	C	Ø	E	F
9 y 12 m	800	800	1.200	22	700	285

	NOMBRE DEL PROYECTO ALUMBRADO DE UN P.I. MEDIANTE LUMINARIAS LED ALIMENTADAS CON GENERADORES FOTOVOLTAICOS			PLANO Nº 11	
	ESCALA S/E	NOMBRE DEL PLANO DETALLE CIMENTACION Y P.T. COLUMNAS			
SUSTITUYE AL PLANO		SUSTITUIDO POR		NOMBRE DEL INGENIERO ADRIAN ORTIGOSA BUENDIA	
FECHA	MAYO 2013	Nº HOJAS	1/1		